

# COLOMBIA, LA OPORTUNIDAD DEL AGUA: DOS OCÉANOS Y UN MAR DE RÍOS Y AGUAS SUBTERRÁNEAS

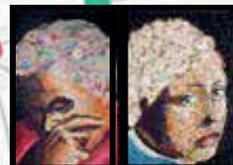
Propuestas del Foco  
de Océanos y Recursos  
Hidrobiológicos

Volumen 7



El futuro  
es de todos

Gobierno  
de Colombia



MISIÓN DE  
**SABIOS**

COLOMBIA - 2019



**COLOMBIA, LA  
OPORTUNIDAD DEL  
AGUA: DOS OCEANOS  
Y UN MAR DE RÍOS Y  
AGUAS SUBTERRÁNEAS**

(Volumen 7)

Propuestas del foco de Océanos  
y recursos hidrobiológicos

© Vicepresidencia de la República  
de Colombia  
© Ministerio de Ciencia, Tecnología  
e Innovación

© Andrés Franco Herrera, Juan Armando  
Sánchez Muñoz, Weildler Guerra Curvelo,  
Jorge Reynolds Pombo, Sabrina Speich,  
Jaime Cantera Kintz, Francisco de Paula  
Gutiérrez Bonilla, Enrique Javier Peña  
Salamanca.

Primera edición: Bogotá, D. C., julio de 2020

ISBN impreso: 978-958-5135-08-6

ISBN digital: 978-958-5135-09-3

Colección:

Misión Internacional de Sabios 2019

Título del volumen 7:

*Colombia, la oportunidad del agua:  
dos océanos y un mar de ríos y aguas  
subterráneas*

Preparación editorial  
Editorial UTadeo  
Carrera 4 # 23 - 76 | Piso 2  
Bogotá, D. C., Colombia  
Teléfono: 2427030 Ext 3120/3121/3134  
[www.utadeo.edu.co/es/editorial](http://www.utadeo.edu.co/es/editorial)

Corrección de textos  
Angie Xiomara Bernal Salazar

Diseño de la colección y cubierta  
[leonardofernandezsuarez.com](http://leonardofernandezsuarez.com)

Diagramación  
[lacentraldediseno.com](http://lacentraldediseno.com)

Impresión  
XXXXXXXXXX

Impreso y hecho en Colombia  
Printed and made in Colombia

Prohibida la reproducción total o parcial  
por cualquier medio sin la autorización  
escrita del titular de los derechos  
patrimoniales.

---

Colombia, la oportunidad del agua: dos océanos y un mar de ríos y aguas subterráneas : propuestas del foco de océanos y recursos hidrobiológicos / Andrés Franco Herrera [y otros]. - Bogotá : Vicepresidencia de la República de Colombia; Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2020.

460 páginas : ilustraciones, tablas, gráficas, mapas ; 21,5 x 20 cm. - (Colombia hacia una sociedad del conocimiento) (Misión de Sabios Colombia - 2019) ; Vol. 7.

ISBN 978-958-5135-08-6 (impreso)

ISBN 978-958-5135-09-3 (digital)

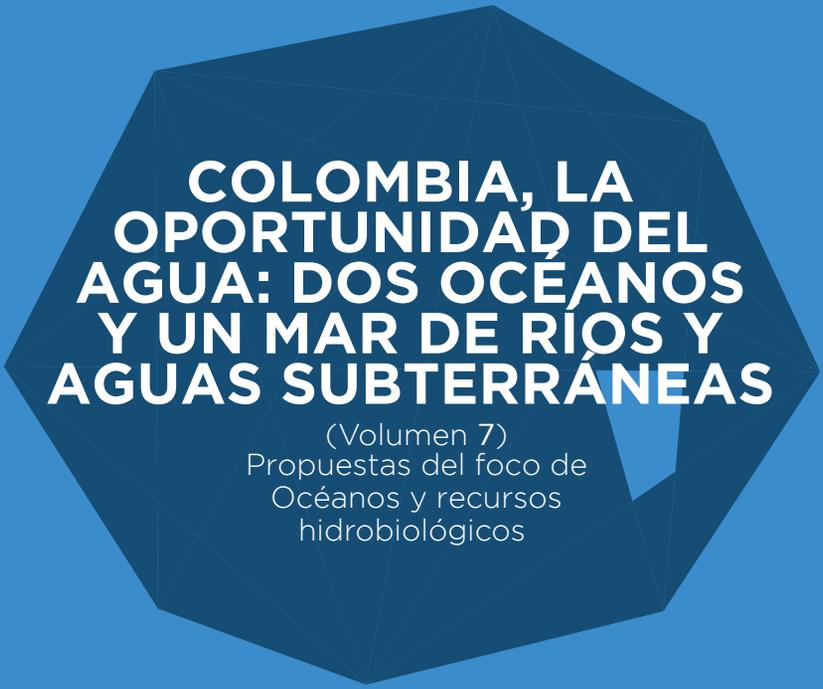
1. Recursos hídricos - Colombia. 2. Cuenca hidrográficas - Colombia. 3. Aguas subterráneas - Colombia. 4. Biología acuática - Colombia. 5. Biología marina - Colombia. 6. Recursos pesqueros - Colombia. 7. Recursos marinos - Colombia. 8. Política ambiental - Colombia. 9. Protección del medio ambiente - Colombia. 10. Educación ambiental - Investigaciones - Colombia. I. Franco Herrera, Andrés. II. Sánchez Muñoz, Juan Armando. III. Guerra Curvelo, Weildler. IV. Reynolds Pombo, Jorge. V. Speich, Sabrina. VI. Cantera Kintz, Jaime. VII. Gutiérrez Bonilla, Francisco de Paula. VIII. Peña Salamanca, Enrique Javier. IX. Serie.

CDD551.48

inp

23/06/2020

---



**COLOMBIA, LA  
OPORTUNIDAD DEL  
AGUA: DOS OCEANOS  
Y UN MAR DE RÍOS Y  
AGUAS SUBTERRÁNEAS**

(Volumen 7)  
Propuestas del foco de  
Océanos y recursos  
hidrobiológicos

# COMISIONADOS

## Biotecnología, Bioeconomía y Medio Ambiente

Silvia Restrepo, coordinadora  
Cristian Samper  
Federica di Palma (Reino Unido)  
Elizabeth Hodson  
Mabel Torres  
Esteban Manrique Reol (España)  
Michel Eddi (Francia)  
Ludger Wessjohann (Alemania)  
Germán Poveda Jaramillo

## Ciencias Básicas y del Espacio

Moisés Wasserman Lerner, coordinador  
Carmenza Duque Beltrán  
Serge Haroche (Francia, premio Nobel)  
Ana María Rey Ayala  
Antonio Julio Copete Villa

## Ciencias Sociales y Desarrollo Humano con Equidad

Clemente Forero Pineda, coordinador  
Ana María Arjona  
Sara Victoria Alvarado Salgado  
William Maloney (Estados Unidos)  
Stanislas Dehaene (Francia)  
Johan Schot (Holanda)  
Kyoo Sung Noh (Corea del Sur)

## Ciencias de la Vida y la Salud

Juan Manuel Anaya, coordinador  
Nubia Muñoz  
Isabelle Magnin (Francia)  
Rodolfo Llinás  
Jorge Reynolds  
Alejandro Jadad

## Energía Sostenible

Juan Benavides Estévez-Bretón, coordinador  
Angela Wilkinson (Reino Unido)  
Eduardo Posada  
José Fernando Isaza

## Industrias Creativas y Culturales

Edgar Puentes, coordinador  
Ramiro Osorio  
Camila Loboguerrero  
Lina Paola Rodríguez Fernández  
Carlos Jacanamijoy  
Alfredo Zolezzi (Chile)

## Océanos y Recursos Hidrobiológicos

Andrés Franco Herrera, coordinador  
Weildler Antonio Guerra  
Jorge Reynolds Pombo  
Juan Armando Sánchez  
Sabrina Speich (Francia)

## Tecnologías Convergentes Nano, Info y Cogno Industrias 4.0

María del Pilar Noriega, coordinadora  
Jean Paul Allain  
Tim Andreas Osswald  
Orlando Ayala

## Coordinador de coordinadores

Clemente Forero Pineda

# RELATORES, SECRETARÍAS TÉCNICAS Y EQUIPO DE APOYO

Biotecnología,  
Bioeconomía y  
Medio Ambiente

Secretaría Técnica

– Universidad de los  
Andes, Vicerrectoría de  
Investigación

Silvia Restrepo

María Fernanda Mideros

Claudia Carolina Caballero

Laguna

Guy Henry

Relator

Martín Ramírez

Ciencias Básicas  
y del Espacio

Secretaría Técnica –

Universidad Nacional de  
Colombia

Jairo Alexis Rodríguez

López

Hernando Guillermo

Gaitán Duarte

Liliana Pulido Báez

Relator

Diego Alejandro Torres

Galindo

Ciencias Sociales y  
Desarrollo Humano  
con Equidad

Secretaría Técnica –

Universidad del Rosario,  
Escuela de Ciencias  
Humanas

Stéphanie Lavaux

Carlos Gustavo Patarroyo

María Martínez

Relatores

Juliana Valdés Pereira

Edgar Sánchez Cuevas

Paula Juliana Guevara

Posada

Ciencias de la  
Vida y la Salud

Secretaría Técnica –

Universidad de Antioquia

Pablo Patiño

Relatores

Sara Valencia

Gabriela Puentes

Energía Sostenible

Secretaría Técnica –

Universidad Industrial de  
Santander

Relator

Dionisio Laverde

Profesional de apoyo

Dooglas Ochoa

Industrias Creativas  
y Culturales

Secretaría Técnica –

Pontificia Universidad  
Javeriana, Vicerrectoría de  
Investigación

Óscar Hernández Salgar

María Catalina Rodríguez

Luisa Fernanda Zorrilla

Relator

Eliécer Arenas Monsalve

Océanos y Recursos  
Hidrobiológicos

Secretaría Técnica –

Universidad del Valle y

Universidad Jorge Tadeo

Lozano

Jaime Ricardo Cantera

Relatores

Francisco de Paula

Gutiérrez

Enrique Peña

Carlos Edwin Gómez

César Augusto Ruiz

Tecnologías

Convergentes

Nano, Info y Cogno

Industrias 4.0

Secretaría Técnica –

Universidad EAFIT y

Universidad del Norte

Mauricio Perfetti

Javier Páez Saavedra

Relatores

Mónica Lucía Álvarez

Lainez

Elías David Niño

Secretaría Técnica  
de la Misión

Cristina Garmendia y

Science & Innovation Link

Office (SILO)

# AGRADECIMIENTOS

## Agradecimientos generales

Martha Lucía Ramírez, Vicepresidente de la República de Colombia; Diego Hernández, Viceministro de Conocimiento, Innovación y Productividad; Sonia Monroy, Viceministra de Talento y Apropiación Social; Argiro de Jesús Ramírez Aristizabal, Ministerio de Ciencias, Tecnología e Innovación; Adriana Paola Serrano, Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación; María Victoria Angulo, Ministra de Educación Nacional; Capitán de Navío (r) Ricardo Ariza, Director de Proyectos Especiales Vicepresidencia de la República de Colombia; Humberto Rosanía, Asesor Vicepresidencia de la República; Fredy Castro, Asesor Vicepresidencia de la República  
Cristina Garmendia, SILO  
Diego Torres, SILO  
Carlos Urbano Sánchez Gaitán, Rector Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano  
Cecilia María Vélez, Exrectora Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano  
Margarita Peña, Exvicerrectora Académica Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano  
Isaac Dyrer, Decano Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería  
Ingrid Paola Barragán, Asistente Departamento de Ciencias Biológicas y Ambientales

Martha Cortés, Gestora Docente, Departamento de Ciencias Biológicas y Ambientales  
Luz Estela Gómez, Coordinadora Administrativa, Vicerrectoría de Investigaciones, Universidad del Valle  
María del Pilar Blandón, Administración de Proyectos Externos, Vicerrectoría de Investigaciones, Universidad del Valle  
Luz Piedad Arrigui, Coordinación Oficina de Gestión de la Investigación y la Formación, Vicerrectoría de Investigaciones, Universidad del Valle  
Paola Noreña, Dirección de Relaciones Internacionales, Vicerrectoría de Investigaciones, Universidad del Valle  
Carl Langebaek, Exvicerrector Académico, Universidad de los Andes  
Jorge Molina, Director Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de los Andes  
Manu Forero Shelton, Departamento de Física, Universidad de los Andes  
Tatiana Rey, Escuela de Gobierno, Universidad de los Andes  
Enrique Forero, Presidente Asociación Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales

Marcela Macías, Asistente Asociación Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Capitán de Navío (r) Francisco Arias, Director Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-Invemar  
Jesús Antonio Garay, Subdirector Científico, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-Invemar  
Sandra Rincón, Subdirectora Administrativa, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-Invemar  
Paula Cristina Sierra, Coordinadora Programa GEZ, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-Invemar  
David Alonso, Coordinador Programa BEM, Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras-Invemar  
Luz Marina Mantilla, Directora Instituto Sinchi  
Carlos Alberto Mendoza, Instituto Sinchi  
Edwin Agudelo, Instituto Sinchi  
Adriana Santos, Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe  
Néstor Campos, Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe  
Sven Zea, Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe  
Arturo Acero, Universidad Nacional de Colombia, Sede Caribe  
Ernesto Mancera, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia  
Claudia P. Vaca, Centro de Pensamiento, Universidad Nacional de Colombia  
Luisa F. Dueñas, Departamento de Biología, Universidad Nacional de Colombia  
Señor Vicealmirante (r) José William Porras  
Señor Almirante Mauricio Soto  
Señor Almirante Edgar Romero  
Capitán de Navío (r) Carlos Alberto Andrade  
Señor Contralmirante Francisco Hernando Cubides, Exdirector Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”  
Capitán de Fragata Alejandro Rueda, Decano Académico, Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”.  
Capitán de Corbeta Julio Monroy, Decano Facultad de Oceanografía Física, Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”

Teniente de Navío Diana Sánchez, Coordinadora Académica, Facultad de Oceanografía Física, Escuela Naval de Cadetes “Almirante Padilla”  
Capitán de Navío Juan Camilo Forero, Secretario Ejecutivo Comisión Colombiana del Océano  
Mónica López, Renata  
Carlos Alberto Ramírez, Renata  
Juanita Goebertus, Representante a la Cámara de la República de Colombia  
Iván Agudelo, Senador de la República de Colombia  
Luis Fernando Barrios, Fedecas/SENA  
Luis M. Manjarrés, Profesor Titular, Universidad del Magdalena  
Juan Mayorga, Sustainable Fisheries Group, University of California Santa Barbara/Global Fishing Watch  
Juan Carlos Alonso, Fundación Natura  
José Saulo Usma, WWF  
Luz Stella Gómez Giraldo, WWF  
Luis Fernando Gómez, WWF  
Analinda Torres, WWF  
Gina Ortiz, WWF  
Hilayalith Rodriguez, WWF  
Ana Carolina Barrera, Gobierno Digital, MinTic  
Nicolás Bustamante, *El Tiempo* Ciencia  
Fundación Karisma  
Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología-OCYT  
Escuela Normal, Leticia, Amazonas  
Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA  
Reconocemos la contribución y la participación de las comunidades indígenas y locales en la región de Leticia, Amazonas

P17 **Presentación**

P25 **Introducción**

Objetivos y metodología p29  
Documentos preparados por el foco temático p32  
Consulta y concertación p33  
Una visión conjunta del agua y los ecosistemas acuáticos marinos y continentales p33

P41 *uno*  
**Marco conceptual, procedimientos administrativos, políticas de investigación y manejo**

*Francisco de Paula Gutiérrez y Andrés Franco Herrera*

Introducción p43  
El escenario inicial p44  
Estado inicial del conocimiento pesquero p46  
Institucionalidad y marco legal p47  
Los instrumentos políticos p60  
Información sobre recursos hidrobiológicos y pesqueros p87  
Caracterización de los procedimientos administrativos en materia de recursos pesqueros p90

P99 *dos*  
**Aprovechamiento de los recursos hidrobiológicos en ecosistemas marino-costeros, estuarinos e insulares**

*Francisco de Paula Gutiérrez y Andrés Franco Herrera*

Línea base sobre el estado mundial de los océanos y los recursos hidrobiológicos p101  
Océanos, mares, ecosistemas continentales y recursos hidrobiológicos marino-costeros, insulares y continentales p101  
Línea base sobre el estado nacional de las temáticas del foco p105  
El agua en el planeta p106  
El agua en Colombia p112  
Recursos hídricos continentales y sus ecosistemas p117  
El balance hídrico en Colombia p118  
Oferta y disponibilidad del agua p119

La demanda del recurso hídrico p126  
Calidad del recurso hídrico superficial p127  
La biodiversidad global marino-costera insular y continental p129  
Ecosistemas marino-costeros e insulares p130  
Impacto de las actividades económicas  
sobre los ecosistemas y su biodiversidad p140  
Calidad ambiental en los ecosistemas  
marino-costeros insulares y continentales p170  
Salud general de los ecosistemas p176  
Peces, pesca y pesquerías p180  
El capital humano y su formación p195

## P219 *tres* **Gestión costera: elementos conceptuales, estado del arte y necesidades**

*Enrique Peña Salamanca y Jaime Cantera Kintz*

Marco general p221  
Las zonas costeras en Colombia p223  
Delimitación espacial de la zona costera colombiana p224  
Características de la gestión y el manejo costero p228  
Instrumentos normativos para la gestión y el manejo costero en el país p230  
Problemas relevantes para la gestión y el manejo  
sustentable del territorio costero p235  
Línea base del conocimiento para la gestión  
y el manejo costero integrado (MIC) p243

## P249 *cuatro* **Pueblos marítimos y fluviales**

*Weildler Guerra*

Contexto y justificación p251  
Demasiado importante para ignorar p254  
Lineamientos generales p256  
Repercusiones en el sistema de ciencia, tecnología  
e innovación en la sociedad colombiana p262

enredo

## P267 *cinco* **Cambios necesarios en la formulación y ejecución de políticas estatales**

*Francisco de Paula Gutiérrez, Andrés Franco Herrera  
y Carmenza Duque Beltrán*

- La concepción de las políticas públicas p269
- Lo que involucra una política p273
- Mecanismos para la expedición de políticas p274
- Las políticas públicas y la normatividad p284
- Evaluación de las políticas públicas p287
- Conclusiones p291
- Propuestas de cambios en la regulación  
según los focos temáticos p294
- Análisis y propuestas sobre algunas barreras normativas  
para el desarrollo de la ciencia en Colombia p294
- Sobre normas, leyes y políticas p295
- Normatividad asociada a los estudios  
de biodiversidad en Colombia p309
- Problemas de la ciencia básica con la normatividad  
colombiana sobre actividades en biodiversidad:  
recomendaciones y propuestas de solución p312
- Propuestas de solución a problemas normativos p315
- Propuestas de solución en problemas con  
trámites administrativos p317

## P323 *seis* **Misiones emblemáticas y propuestas**

Introducción p325

Misión emblemática: el agua soporte de  
la vida y de la biodiversidad p335

*Francisco de Paula Gutiérrez, Andrés Franco  
Herrera y Germán Poveda Jaramillo*

- Introducción p335
- Contexto y justificación p339
- Diagnóstico estratégico y metodología de priorización p348
- Factores identificados p350

Principios orientadores p351  
Objetivo general p352  
Objetivos específicos p352  
Ideas para la implementación p353  
Líneas de acción p353  
Instrumentos p360

**Misión emblemática Colombia diversa, bioeconomía y economía creativa: conocimiento, conservación, apropiación y uso sostenible del patrimonio cultural y natural para una economía sostenible p369**

Misión p370  
Objetivos p371  
Programas e indicadores p372  
Programa 1. Colombia Bio 2.0 y Colombia cultural: productos, bienes y servicios de los patrimonios culturales y naturales p372  
Programa 2. Repositorio de patrimonio cultural y natural p374  
Programa 3. Investigación para la conservación de la biodiversidad p375  
Programa 4. Agricultura sostenible y generadora de productos para la industria p375  
Programa 5. Fortalecer la pesca y la acuicultura responsables p376  
Programa 6. Nueva revolución industrial y manufacturera p377  
Programa 7. Formación y retención del talento humano necesario para el modelo de bioeconomía regional basada en biodiversidad y patrimonio cultural p377  
Programa 8. Generación de contenidos a partir del patrimonio cultural p378  
Repercusión de la Misión Internacional de Sabios en el sistema de ciencia, tecnología e innovación y en la sociedad colombiana p379  
Academia: investigación e innovación p382  
Educación p384  
Cooperación y colaboraciones p386  
Largo plazo p387  
Regionalización p388  
Internacionalización p388  
Soluciones ascendentes (*bottom up*) p389  
Convergencias p390  
Gobernanza p391  
Financiación p391

enredo

Misión emblemática: ciencias abiertas, datos abiertos **p393**

*Juan Armando Sánchez*

*Carlos Edwin Gómez*

Ciencia abierta: datos abiertos p394

Formatos y repositorios p395

Identificadores digitales p396

Misión emblemática: exploración del mar profundo **p398**

*Juan Armando Sánchez*

*Carlos Edwin Gómez*

*Sabrina Speich*

Propuesta: pesca y acuicultura responsables p400

¿Cómo implementar la pesca y acuicultura responsables? p402

Propuesta manejo de la flota blanca **p408**

*Juan Armando Sánchez*

*Carlos Edwin Gómez*

Propuesta de educación sobre la riqueza biótica y ambiental de Colombia **p411**

*Juan Armando Sánchez*

*Andrés Franco Herrera*

Propuesta de buceo científico **p420**

*Juan Armando Sánchez*

*Carlos Edwin Gómez*

*Luis Fernando Barrios*

Propuesta de modernización de becas doctorales **p422**

*Manu Forero Shelton*

*Juan Armando Sánchez*

Conte

**Anexos**

## Anexo 1.

Consideraciones de la Armada Nacional  
sobre el foco temático Océanos y  
Recursos Hidrobiológicos **p429**

*Capitán de Navío (ra) Ricardo Ariza Urango*

*Capitán de Navío (ra) Carlos Alberto Andrade Amaya*

*Vicealmirante (ra) José William Porras Ferreira*

*Almirante Mauricio Soto Gómez*

*Almirante Edgar Romero*

Propuestas de políticas públicas  
relacionadas con zonas costeras **p430**

## Anexo 2.

Estado global y nacional de los océanos, mares,  
humedales y recursos hidrobiológicos marino-  
costeros, oceánicos, insulares y continentales **p436**

*Capitán de Navío (RA) Ricardo Ariza Urango*

*Capitán de Navío (RA) Carlos Alberto Andrade Amaya*

*Vicealmirante (RA) José William Porras Ferreira*

*Almirante Mauricio Soto Gómez*

*Almirante Edgar Romero*

Integridad del territorio marítimo **p437**

Desarrollo económico marítimo **p438**

Gobernabilidad en el mar y las costas **p440**

Estudios para responder a fenómenos naturales **p441**

Cultura **p442**

Educación en ciencias marítimas **p442**

Desarrollo de proyectos especiales **p445**

Prevención por efectos climáticos medio  
ambiente y/o contaminación **p447**

Calentamiento global y aumento del nivel del  
mar en zonas costeras colombianas **p449**

**Pre**

**Presentación**

**sent**





La Misión Internacional de Sabios 2019 (MIS) fue una iniciativa del Gobierno Nacional de la República de Colombia, liderada por la Vicepresidencia de la República y gestionada por Colciencias, que se propuso contribuir, a partir de un análisis detallado del contexto y las potencialidades de Colombia, al diseño de políticas, programas de carácter transversal e instrumentos específicos, que permitan aprovechar el potencial científico, artístico, tecnológico e intelectual del país, para generar mayores condiciones de equidad y desarrollo socioeconómico sostenible en los próximos veinte años. De manera particular, el foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos tuvo como objetivo transformar la visión nacional sobre el potencial científico, educativo y de aprovechamiento del capital natural, con el propósito de lograr el bienestar de la población, como mecanismo para poner fin a la pobreza, así como proteger y habitar sostenible y sustentablemente el país. Objetivos comunes al planeta.

Colombia es ante todo un país acuático, posee costas en dos océanos, tiene un mar marginal, el Caribe, y otro “mar” de aguas continentales superficiales y subterráneas. En algún momento de la historia reciente se habló de Colombia como la patria de tres mares. La sostenibilidad económica y ambiental que ha sido bastante defendida en el país con base en las riquezas terrestres, se fortalecerá cuando tengamos claridad sobre el valor del recurso agua y la biodiversidad acuática en todas sus dimensiones. Ante lo anterior, el foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos

asumió como propuestas centrales y ejes articuladores *la gobernanza y la gobernabilidad del agua*, como soportes de la vida en todas sus expresiones. El objetivo general de este foco temático es garantizar a corto, mediano y largo plazo, el conocimiento, la conservación y el uso sostenible del agua, los ecosistemas, los servicios ecosistémicos y, en consecuencia, los recursos hidrobiológicos continentales, marino-costeros e insulares; un proceso en el que es preciso contar con la participación de los diferentes actores sociales, considerando las dimensiones culturales, sociales, económicas y las políticas sectoriales que los impactan, en el marco del cambio climático y sus consecuencias socioeconómicas.

El Gobierno Nacional se ha esforzado por abordar el tema de aguas y recursos acuáticos como un asunto de relevancia nacional. Por esta razón, se incluyó un capítulo sobre los océanos en el Plan de Desarrollo Nacional 2018-2022, Pacto por Colombia, Pacto por la Equidad y se lanzó el Conpes marítimo: Colombia Potencia Bioceánica 2030. De igual manera, se incluyó el foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos en la MIS 2019. Este último es resultado de un intenso diagnóstico basado en literatura científica y legislativa sobre los océanos y recursos hidrobiológicos, así como de consulta con los actores de diversas regiones del país, quienes proponen cambios en la política pública que fomentan la apertura de los océanos y el recurso hídrico para todos los colombianos, así como el respeto de la nación hacia ambos recursos. Las conclusiones de las deliberaciones realizadas, en conjunto con autoridades ambientales, institutos de investigación, sector académico, principalmente universidades, organizaciones no gubernamentales y sociedad civil (comunidades), muestran que el instrumento maestro para poder abrir el conocimiento de los océanos, costas, cuerpos de agua superficiales y subterráneos a los colombianos es la *educación*. Por ello, dentro de las propuestas del foco temático se encuentra el desarrollo de nuevos textos y contenidos para la educación media con base en conocimiento científico. Asimismo, se propone mejorar la educación en las universidades y en los territorios sobre recursos acuáticos. La educación media y superior, además de contribuir a reducir las brechas de acceso a la educación de los colombianos más necesitados y en las regiones más apartadas, deben impartir conocimiento científico sobre la riqueza biótica y ambiental de Colombia.

El foco también contempla la pesca y la acuicultura, que se perfilan entre las actividades de mayor crecimiento en el país, pero se necesitan urgentes medidas de manejo para fomentar la sostenibilidad de estos valiosos recursos, así como procesos transparentes para su aprovechamiento. Nuestras recomendaciones de investigación han sido orientadas por misiones, y concentradas en su mayoría en el reto de una Colombia biodiversa, el cual se enfoca en lograr el entendimiento del agua, mejorar el conocimiento de los ecosistemas estratégicos acuáticos, estudiar nuestros océanos profundos, desarrollar programas de pesca y acuicultura de especies nativas y entender y permitir la adaptación al cambio climático. También nuestras recomendaciones permean la misión de “Colombia diversa: bioeconomía y economía creativa”, que conlleva el conocimiento, la conservación, la apropiación y el uso sostenible del patrimonio cultural y natural para consolidar una economía sostenible. Identificamos la necesidad de una mayor participación de la sociedad civil en los programas de oceanografía nacional, incluyendo el acceso a los buques oceanográficos; de la exploración del mar profundo; de la ciencia abierta y en consecuencia de la promoción y uso de los datos científicos y técnicos abiertos; y de la modernización de becas doctorales. Todo conduce a promover un *desarrollo económico marítimo*, fundamentado en los planteamientos de la economía azul que, como concepto, integra todos los temas y genera gobernabilidad en el mar y las costas.

Nuestra visión hacia el 2030 busca alinear la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI) con el desarrollo y la educación del país, así como ampliar la investigación en el tema de los océanos y los recursos hidrobiológicos, a partir de un mejor conocimiento de nuestra biodiversidad marina, costera, de aguas continentales superficiales y subterráneas, que incluya programas de innovación abierta y financiación de proyectos de investigación. Esto hará que, a la vuelta de diez años, los colombianos seamos plenamente conscientes de la gran biodiversidad marina y la topografía submarina que poseemos como riquezas del país. Vemos un país cuyo desarrollo estará cada vez más enfocado en la bioeconomía y el manejo sostenible del agua, con poca tramitología para la investigación y con una creciente sostenibilidad financiera para lograr, al fin, la inversión justa y necesaria

de un porcentaje del PIB en CTI, gracias, en parte, a la participación de las grandes empresas. Vislumbramos un país con fuertes alianzas internacionales para la investigación científica, con énfasis en el conocimiento de toda la biodiversidad —no solo de las especies emblemáticas— y en el océano profundo. Asimismo, una Colombia con proyectos fuertes y pertinentes para las regiones que tienen recursos marinos, costeros o acuáticos continentales, cuya elección se base en procesos, en donde los pilares de calidad y pertinencia social sean los prioritarios.



*Inter*

**Introducción**

**rodu**





La presencia de la especie humana en el planeta ha estado mediada por tres circunstancias: la molécula del agua, la del ADN y la generación de una atmósfera biológica que surgió a partir de la fotosíntesis. Colmada la Tierra de ecosistemas y de organismos, el balance y su permanencia en el tiempo están dados por el agua, que es y será para la humanidad uno de sus mayores recursos, pero que en la actualidad tiene grandes problemas para su conservación. En la Misión Internacional de Sabios 2019 (MIS) el agua y sus recursos son un tema central y por lo tanto ha sido incluido como uno de sus focos el tema Océanos y Recursos Hidrobiológicos.

La biodiversidad acuática desempeña una función esencial en los medios de vida del ser humano sin importar la actividad o el nivel socioeconómico. Sin embargo, está amenazada, por cerca de quince tipos de acciones antropogénicas, incluidos el transporte marítimo y fluvial, la llegada de sedimentos, los aportes de aguas residuales y desechos sólidos, varios métodos no sustentables de pesca, así como la introducción de especies exóticas. Finalmente, las aguas son el destino final de la incontrolada contaminación.

El agua y la biodiversidad asociada a los ecosistemas marinos y continentales son recursos esenciales para el desarrollo nacional por lo que es pertinente desarrollar estrategias y programas emblemáticos para su conservación y uso sostenible. Así mismo, es prioritario reconocer los recursos hidrobiológicos, en cualquiera de sus niveles de organización, como uno de los principales patrimonios de la nación.

Respecto a los océanos y mares, desde 1950 han sido extraídas casi 6000 millones de toneladas entre peces e invertebrados. La captura anual aumentó de 28 millones de toneladas en 1950 a 112 millones de toneladas en 2014. Sin embargo, desde su pico en 1996, de 130 millones de toneladas, la captura ha ido disminuyendo en promedio 1,2 millones de toneladas por año. Esta disminución de la producción pesquera ocasionó el aumento de la acuicultura, cuya producción mundial en el 2016 (incluidas las plantas acuáticas) ascendió a 110,2 millones de toneladas, estimadas en un valor de primera venta de USD 243 500 millones, lo que desencadenó un impresionante crecimiento del suministro de pescado para el consumo humano, al proporcionar el 7 % en 1974, el 26 % en 1994, el 39 % en 2004 y el 47 % en 2016 de toda la producción pesquera mundial. En todo el mundo hay poblaciones costeras en las que sus ingresos y alimentos provienen de la pesca hasta en un 90%. La otra fuente son las capturas de aguas continentales que en el 2017 fueron 11,6 millones de toneladas, lo que representó un aumento del 20 % respecto al año anterior, y del 10,5 % en comparación con el promedio del período 2005-2014, al ser también soporte alimenticio y de ingresos, pero con la característica de estar en poblaciones alejadas —en países subdesarrollados o en vías de desarrollo—, donde normalmente no llegan las instituciones de los Estados.

Los bosques que cubren el 30% de la superficie terrestre son hábitats cruciales para millones de especies y constituyen una fuente importante de aire y agua. Además, son fundamentales para combatir el cambio climático. Por ello, la actual degradación del suelo no tiene precedentes y la pérdida de tierras cultivables es 30 a 35 veces superior al ritmo histórico, lo que conlleva serias consecuencias sobre la calidad de los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad.

La conservación del medio ambiente debe considerarse como un sistema de medidas y acciones sociales, socioeconómicas y técnico-productivas dirigidas a la utilización racional de los recursos naturales, la conservación de los complejos naturales típicos, escasos o en vías de extinción, por lo que se promueven, entre otras acciones, la economía verde, la economía azul, el biocomercio, la bioprospección y la biotecnología.

No obstante, es importante considerar que la mayoría de las causas de la pérdida de biodiversidad, incluyendo la extinción de especies, son de carácter económico.

En Colombia, el estado del conocimiento de los recursos hidrobiológicos marino-costeros, insulares y continentales, ha estado centrado en áreas como la sistemática, la taxonomía y en menor medida la filogenética, son muy pocas las especies aprovechadas y las que lo son dan lugar a la tendencia de convertir los recursos hidrobiológicos en pesqueros, mediante el establecimiento de una cuota global anual, que en la mayoría de los casos desconoce los niveles de aprovechamiento sostenible.

Teniendo en cuenta la importancia del agua para la vida y para las sociedades humanas en todos los aspectos de su desarrollo, los recursos que proporciona su biodiversidad y el estado de deterioro que presenta en todo el mundo y particularmente en Colombia, tanto en los cuerpos de agua continentales (ríos, lagos y aguas subterráneas) como marinas (costa, estuarios, mares y océanos), la MIS ha considerado importante tener como uno de sus focos principales de acción a los océanos y a los recursos hidrobiológicos. La ciencia, la tecnología y la innovación son los pilares sobre los cuales se pueden estructurar políticas de utilización sostenible y conservación del agua y sus recursos biológicos asociados. A continuación, se presenta un resumen del diagnóstico realizado en el foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos y se incluyen lineamientos para diseñar políticas públicas, estrategias, misiones emblemáticas y proyectos, encaminados a mejorar el desarrollo humano sostenible y a generar oportunidades socioeconómicas basadas en conocimiento científico, para que Colombia evolucione hacia una sociedad de conocimiento.

## Objetivos y metodología

### Objetivo general

Generar lineamientos para la formulación o modificación de políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación, estructurando estrategias y misiones emblemáticas que permitan el adecuado conocimiento, ordenación,

manejo, control y aprovechamiento sostenible de los recursos naturales acuáticos (océanos, mares, estuarios, aguas continentales) –renovables y no renovables–, para lograr que el capital natural genere oportunidades socioeconómicas e investigativas, que impulsen a futuro el desarrollo sustentable del país en beneficio de las regiones relacionadas con los recursos acuáticos en general.

### Objetivos específicos

- Compilar la información que permita establecer el estado de los ecosistemas marino-costeros e insulares, y de sus recursos hidrobiológicos y pesqueros.
- Establecer el estado de los ecosistemas acuáticos continentales y de sus recursos hidrobiológicos y pesqueros.
- Acopiar la información para establecer el estado de salud y deterioro de los ecosistemas marino-costeros, insulares y continentales, y de sus recursos hidrobiológicos y pesqueros.
- Identificar las barreras y oportunidades que impiden el desarrollo de sistemas nacionales y regionales de ciencia, tecnología e innovación integradas y eficaces, aplicadas a la educación, la ciencia y la tecnología en relación con los mares, los océanos y las áreas continentales.
- Analizar las políticas, las regulaciones, la gobernanza y la gobernabilidad, el capital humano científico, la infraestructura y la producción académica en los mares, los océanos y las áreas continentales.
- Proponer misiones emblemáticas que impulsen acciones nacionales en materia de mares, océanos y recursos hidrobiológicos, que logren impactar la educación, la ciencia, la tecnología y la innovación, considerando los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODS), con el propósito de implementarlas para el 2030, de acuerdo con las oportunidades identificadas en el área de las ciencias del mar y los recursos hidrobiológicos.

## Metodología

El trabajo se dividió, desde el punto de vista metodológico, en dos fases, la primera fue la identificación de “Barreras y oportunidades”, que permitió esbozar las dificultades, retos, fortalezas y oportunidades asociadas al foco temático, los cuellos de botella regulatorios o de nichos de oportunidad en ciencia, tecnología e innovación (CTI) asociados a capacidades diferenciales de Colombia. Esta fase incluyó la primera reunión de los ocho focos de la MIS y sucesivas reuniones, que permitieron el diseño de un documento diagnóstico sobre la capacidad de CTI en el ámbito del foco. Asimismo, se identificaron retos y oportunidades con tres secciones: 1) retos y oportunidades específicas del ámbito; 2) retos y oportunidades transversales entre focos; y 3) un primer listado de ideas propuestas de acción, tanto específicas para el foco, como generales, para mejorar la ejecución de actividades de CTI en el contexto nacional, en consonancia a corto plazo con el Plan Nacional de Desarrollo (PND).

La segunda fase se centró en proponer medidas para afrontar los problemas identificados durante la fase anterior, con el objetivo de capitalizar las oportunidades singulares de Colombia con una visión de largo plazo, enfocadas hacia políticas de Estado. Este proceso estuvo soportado en el análisis de todos los documentos relativos al estado de los temas propios del foco temático.

Igualmente, y para tener amplia visión social, cultural, científica y técnica para completar los diagnósticos y la identificación de barreras y oportunidades, se analizaron, entre otros aspectos: 1) el desarrollo de los sistemas nacionales y regionales de innovación integrados y eficaces; 2) el compromiso en duplicar la inversión pública y privada en CTI; 3) tecnología e investigación para el desarrollo productivo y social; y 4) innovación pública para un país moderno. Esto permitió identificar posibles soluciones analizando los desarrollos de sistemas nacionales y regionales de innovación integrados y eficaces, a través de: 1) modernización y coordinación institucional; y 2) articulación entre universidad, empresa y Estado.

Para obtener la visión comunitaria, regional, local, nacional, institucional, gremial, académica y de las ONG sobre el diagnóstico y la identificación de barreras y oportunidades, así como algunas propuestas en educación, CTI, políticas, normatividad y fuentes de financiación, se desarrollaron foros y talleres regionales en diferentes áreas geográficas del país, incluyendo regiones continentales, costeras e insulares, que en esencia constituyeron procesos de consulta y concertación, lo que permitió presentarles los avances logrados durante el trabajo del foco, que fueron enriquecidos con los aportes de los actores locales en gobierno, academia y sociedad en general.

### Documentos preparados por el foco temático

Para tener una visión integral de las temáticas y ámbitos del foco, se procedió a la revisión de las políticas, normatividad nacional, convenios, protocolos y resoluciones producto de compromisos multilaterales medioambientales o en materia de biodiversidad, investigaciones, diagnósticos, planes, programas, capital humano, institucional e infraestructura al servicio de los objetivos y necesidades del foco. Igualmente, se revisó la situación mundial respecto a los mares, océanos, recursos hidrobiológicos marino-costeros, insulares, continentales y de la pesca. A partir de este análisis, el foco produjo los siguientes documentos:

- Los recursos acuáticos continentales, marino-costeros, insulares y pesqueros en Colombia: marco conceptual, procedimientos administrativos, políticas de investigación y manejo.
- Agua, biodiversidad acuática, íctica, pesca y pesquerías en Colombia.
- Ecosistemas marino-costeros, estuarinos e insulares y continentales y el aprovechamiento de sus recursos hidrobiológicos continentales y marinos.
- Fallas y cambios necesarios en la formulación y ejecución de políticas estatales.
- Reflexiones sobre el estado actual del tema del foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos continentales y marinos. Propuestas de reformas a corto y largo plazo.

- Gestión costera en Colombia: elementos conceptuales, estado del arte y necesidades de conocimiento para su aplicación en Colombia.
- Barreras y oportunidades en ciencia, tecnología e innovación alrededor del foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos continentales y marinos.
- Tratados y convenios internacionales para el desarrollo sostenible en áreas marino-costeras e insulares aprobados por Colombia.
- Marco regulatorio general aplicable a los recursos pesqueros continentales y marinos.
- Memorias de los foros regionales.
- Propuestas de misiones emblemáticas.

### Consulta y concertación

En la tabla 1 se consignan los foros regionales realizados y el número de participantes, así como las reuniones temáticas del foco temático y las plenarias de la MIS.

Cada una de las actividades realizadas en las regiones se guio por el siguiente esquema general: 1) una o dos conferencias magistrales sobre los temas y avances del trabajo del foco temático; 2) talleres participativos para identificar, desde el punto de vista de las regiones, las barreras y oportunidades, propuestas sobre las posibles misiones emblemáticas y el estado de CTI regional y nacional.

### Una visión conjunta del agua y los ecosistemas acuáticos marinos y continentales

El agua y los ecosistemas marinos y continentales son un recurso esencial para el desarrollo nacional, por esto resulta pertinente estructurar estrategias y programas para su conservación y uso sostenible. En este contexto, y en el marco de los objetivos del foco temático, se logró construir una visión de largo plazo, proyectada al 2035, para un manejo integrado y sostenible de los ecosistemas acuáticos marinos y continentales. Esta visión reconoce que para alcanzar el manejo sostenible de los ecosistemas

marinos y continentales y de los recursos hídricos en las próximas décadas, debe haber una nueva actitud de las instituciones para implementar un modelo de gobernanza del agua basado en el conocimiento científico y el diálogo de saberes, para fortalecer los servicios ecosistémicos y la biodiversidad desde una gestión sostenible basada en el conocimiento y la valoración de los recursos hidrobiológicos. A continuación, se describen los principios rectores de esta visión:

- Los ecosistemas acuáticos marinos y continentales y sus recursos hidrobiológicos asociados son vitales para el desarrollo sostenible del país.
- La biodiversidad marina y continental de los ecosistemas acuáticos del país requiere una gestión sostenible de la calidad físico-química del agua, que permita preservar sus valores intrínsecos y que garantice los bienes y servicios que ofrece a la sociedad.
- Se requieren medidas basadas en el conocimiento y la tecnología sobre el funcionamiento de los ecosistemas que permitan la toma de decisiones efectivas para la gestión integral de la seguridad hídrica nacional, el desarrollo acuícola y el potencial pesquero del país.
- La implementación de una cultura del agua enmarcada en estrategias de educación ambiental es esencial para la puesta en marcha de prácticas sostenibles y de medidas de conservación que promuevan una actitud de sensibilización frente a los ecosistemas acuáticos en todos los niveles de la sociedad.
- La información y el conocimiento científico generados por la academia deben cumplir con su compromiso y proyección social para contribuir al diseño y construcción de políticas públicas para el manejo y aprovechamiento sostenible de los recursos hidrobiológicos del país.

**Tabla 1.** Foros regionales de concertación realizados por el foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos y plenarias de la Misión de Sabios

Objeto del foro	Fecha	Lugar	Participantes
Primera reunión de los integrantes del foco/invitados. Identificación inicial de las barreras, los retos y las oportunidades.	25 de enero	ACCEFYN Bogotá D. C.	10
Segunda reunión de los integrantes del foco/invitados. Definición de los alcances del foco.	26 de marzo	ACCEFYN Bogotá D. C.	11
Encuestas Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Análisis y compilación de matriz de barreras, retos y oportunidades.	1 de abril	Virtual	6
Tercera reunión del foco. Foro Regional sobre los Recursos Hidrobiológicos y el Océano Pacífico. La CTI en Colombia.	16 de mayo	Universidad del Valle, Cali	60
Foro y taller con estudiantes de la Universidad del Valle sobre el diagnóstico de los recursos hidrobiológicos y el océano Pacífico. Concepción de las misiones emblemáticas. La CTI en Colombia.	17 de mayo	Universidad del Valle, Cali	45
Reunión preparatoria de los ocho focos para la plenaria de la Misión de Sabios.	31 de mayo	Parque Explora, Medellín	25
Cuarta reunión del foco con la experta internacional. Análisis de los avances temáticos del foco.	10 de junio	Parque Explora, Medellín	8
Primera plenaria de la Misión de Sabios.	11 de junio	Parque Explora, Medellín	-

Objeto del foro	Fecha	Lugar	Participantes
Taller regional sobre los recursos hidrobiológicos de la Amazonía.	2 de julio	Instituto Sinchi, Leticia	50
Foro Regional sobre los Océanos y Recursos Hidrobiológicos del Mar Caribe Colombiano. Década de los océanos.	12 de julio	Invemar, Santa Marta	110
Foro Regional. Escuela Almirante Padilla Cartagena: estudiantes y cadetes.	26 de julio	Escuela Almirante Padilla, Cartagena	120
Conversatorio académico en el <i>Open Week</i> de Investigación de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano: Océanos, Recursos Hidrobiológicos, Ciencias Básicas, Tecnologías 4.0 y la Misión de Sabios.	12 de agosto	Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá D. C.	110
Quinta reunión del foco. Análisis de los avances temáticos.	16 de agosto	ACCEFYN Bogotá D.C.	8
Celebración de los cuarenta años del Programa de Biología de la Universidad Nacional de Colombia. Presentación y análisis del foco, ante estudiantes y profesores.	21 de agosto	Universidad Nacional de Colombia, Bogotá D. C.	30
Conversatorio Agua y Gestión Sustentable de los Ecosistemas Acuáticos y Continentales y los Recursos Hidrobiológicos.	30 de agosto	Universidad del Valle, Cali	16
Segunda plenaria de la Misión de Sabios.	16-17 de septiembre	Casa España, Cartagena	-

Objeto del foro	Fecha	Lugar	Participantes
Conversatorio y mesa de trabajo con los actores académicos, comerciales y sociales de la región alrededor del océano y los recursos hidrobiológicos.	4 de octubre	Instituto de Estudios Caribeños, Universidad Nacional de Colombia, Banco de la República	50
Conversatorio sobre los retos, proyectos y misiones emblemáticas del foco. Análisis de las propuestas.	25 de octubre	Escuela de Suboficiales de la Armada Nacional, Barranquilla	130
Panel Ciencia Abierta: Datos Abiertos - Océanos y Recursos Hidrobiológicos. Discusión abierta con los sectores público, privado y la academia sobre el proyecto emblemático de Ciencia Abierta: Datos Abiertos.	8 de noviembre	ACCEFYN Bogotá D.C.	17
Quinta reunión del foco. Análisis de los avances de los temas, propuestas y documentos.	8 de noviembre	ACCEFYN Bogotá D.C.	5
Reunión SILO-Líderes de Retos + Misiones Emblemáticas. Revisión de la Misión Emblemática "Agua y cambio climático".	12 de noviembre	Colciencias	17
Presentación de los avances de la Misión de Sabios. Conferencia sobre océanos y recursos hidrobiológicos. Escuela Superior de Guerra, Guerra, Armada, CCO, Dimar, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Incomex, Aunap y Ministerio de Comercio Exterior, Industria y Turismo.	14 de noviembre	Escuela Superior de Guerra, Bogotá D. C.	85

Objeto del foro	Fecha	Lugar	Participantes
Reunión SILO, Misión de Sabios, Empresarios. Presentación de los retos y misiones emblemáticas a empresarios del sector público y privado.	15 de noviembre	Hotel Courtyard by Marriot, Bogotá D. C.	100
Reunión Equipo Técnico Instituto Colombiano del Petróleo, ICP-Ecopetrol y líderes de las misiones emblemáticas. Presentación del reto Colombia Biodiversa y definición de puntos de desarrollo en común entre la Misión de Sabios y Ecopetrol.	18 de noviembre	Ecopetrol, Bogotá D. C.	13
Tercera plenaria de la Misión de Sabios. Entrega y presentación del documento final ante la Presidencia de la República e invitados nacionales e internacionales.	4 y 5 de diciembre	Claustro de San Agustín, Vicepresidencia de la República. Observatorio Astronómico Nacional, Bogotá D. C.	-
Cuarto Panel de Cambio Climático. Presentación de los resultados del foco, en especial de la misión emblemática “Agua y cambio climático” ante alcaldes y autoridades del departamento de Cundinamarca, Planeación Nacional, empresas públicas de Cundinamarca y Universidad Jorge Tadeo Lozano.	17 de diciembre	Gobernación de Cundinamarca, Auditorio Antonio Nariño	150

La visión desarrollada durante la MIS busca garantizar la sensibilización y valoración de los ecosistemas acuáticos por parte de todos los actores y usuarios de estos recursos, en aras de la conservación y la utilización sostenible de los ecosistemas marinos y de agua dulce.

A continuación se presenta el texto final del informe de la MIS 2019, en el foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos, cuyo derrotero final es que Colombia pueda contar en el 2035 con el conocimiento y el desarrollo tecnológico suficientes para desarrollar de manera sostenible y mediante procesos de inclusión participativa, la conservación, el manejo y la valoración de la biodiversidad y los recursos hidrobiológicos de los ecosistemas acuáticos marinos y continentales, en el marco de una gestión integral de la seguridad hídrica del país para el mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos.



**Marco  
conceptual,  
procedimientos  
administrativos,  
políticas de  
investigación y  
manejo**



*Francisco de Paula Gutiérrez Bonilla  
Andrés Franco Herrera*

## Introducción

Desde hace algún tiempo, en Colombia se ha retomado la discusión sobre la diferencia existente entre recursos hidrobiológicos —ahora denominados acuáticos— y recursos pesqueros. No obstante, a pesar de estar consignados en la normatividad desde 1974, los primeros han sido relegados como un tema sin trascendencia, por quienes tienen la academia y las autoridades responsables de su investigación, manejo, administración, control y regulación (Gutiérrez, 2010; Gutiérrez y Navarrete, 2010).

Los recursos acuáticos, marinos o continentales, científicamente han sido objeto de descripciones taxonómicas o sistemáticas y de algunos estudios bioecológicos en Colombia. Más allá de estas referencias, sus poblaciones no han sido estimadas ni valoradas, sin embargo, en todos los tiempos, se han aprovechado con distintos propósitos —ornato, bioprocesos, transformación o comercialización—. De ahí que, por ejemplo, la actividad pesquera, en cuanto identifica mercados internacionales o demanda nacional de estos, pasa a considerarlos como recursos pesqueros, con la tácita anuencia de las entidades administrativas o de investigación, que deberían pronunciarse al respecto, pues su actividad debe tener un soporte científico y bases técnicas de manejo y ordenación.

En este contexto, el capítulo presenta una visión general de los recursos acuáticos y pesqueros, de la normatividad que los cubre, competencias administrativas y científicas, y un esbozo sobre su conocimiento y estado,

pues cualquier planteamiento posterior respecto al tema debe sustentarse en el análisis completo de todas las circunstancias e institucionalidad que les rodea.

## El escenario inicial

Tradicionalmente, la pesca era fuente básica de alimentos y de recursos económicos para las comunidades locales, pero en 1950 adquirió otra connotación, con el inicio de las actividades industriales. Es importante reconocer el escenario y el proceso en los que esto ocurrió para que comprender cómo se ha desarrollado esta actividad en Colombia (Rubio, 1995).

A comienzos del siglo xx, Colombia dependía casi exclusivamente del comercio del café en los mercados internacionales, lo que la hacía muy frágil y vulnerable al vaivén de los cambios impredecibles del grano —lo cual aún ocurre—. Los ingresos de divisas en más del 80% provenían de las exportaciones del café, según la Comisión Económica para América Latina (CEPAL). Colombia, con ingresos de divisas durante varios años que no superaban los USD 500 millones y una población creciente, ocupaba el penúltimo puesto entre las naciones latinoamericanas en la disponibilidad *per cápita* de moneda extranjera.

Durante varias décadas y debido a la falta de un comercio exterior fuerte esta situación prácticamente paralizó el desarrollo del país, lo que exigía reformas importantes que se produjeron a partir de la expedición del Decreto 444 de 1967, por medio del cual el gobierno nacional adoptó una política de impulso a las exportaciones de diferentes bienes. De esta manera inició un cambio en el desarrollo industrial en medio del cual la pesca dio sus primeros pasos en Colombia.

En la década de 1950, el manejo del sector pesquero se centraba en la Sección de Recursos Naturales Renovables y la Oficina de Caza y Pesca del Ministerio de Agricultura, sin que fuera identificado como un subsector potencialmente generador de importantes aportes comerciales al PIB o a la economía en general.

La reglamentación de las actividades pesqueras en aguas continentales inició de forma significativa con el Decreto 1785 de junio 8 de 1954,

conocido como el “Estatuto de Aguas Dulces”. Este Decreto fijó las normas que debían seguirse para la vigilancia, conservación, mejoramiento, aprovechamiento, investigación y fomento de la fauna acuática, comercio, movilización y exportación de productos pesqueros de aguas dulces. Como desarrollo de este Decreto se promulgó la Resolución n.º 0134 del 13 febrero de 1957, por medio de la cual se reglamentó la pesca en el salto de Honda.

En 1957, mediante el Decreto-Ley 376, se expidió un Estatuto de la Pesca, que al parecer le daría alguna significancia socioeconómica, al establecer normas sobre la administración, el control y el fomento de esta actividad. El Decreto-Ley fijó exenciones tributarias y arancelarias para fomentar el desarrollo de la industria pesquera —no de la pesca en su integralidad—, aunque el valor de los derechos de nacionalización, de todas formas, encarecía el costo de los barcos y dificultaba competir con los precios en otros países. El Decreto también estableció la obligación de nacionalizar la flota que operara para las empresas pesqueras, pero sin que hubiera en el país condiciones crediticias adecuadas para su financiación. Ello impidió contar con embarcaciones pesqueras modernas para una gran industria. Asimismo, el Estatuto creó el Consejo Nacional de Pesca como mecanismo de concertación entre el sector público y privado, pero, aunque quedó establecido su *modus operandi*, nunca funcionó.

La Resolución Ejecutiva n.º 078/62 declaró la pesca industria básica y le otorgó incentivos tributarios. Pero taxativamente excluyó la fase de transformación al desconocer que los barcos son una extensión de las plantas y que el objetivo industrial era precisamente esta fase para dar un verdadero valor agregado y generar más empleo.

Aunque se empezaba a reconocer el sector, por tratarse de una actividad naciente no concitaba la atención que se requería de las autoridades económicas. Como un paliativo, el Instituto de Fomento Industrial (IFI) realizó inversiones por USD 2,7 millones en 1967, monto que en la época llegó a representar el 40% de la inversión total. Era una suma exigua para un subsector con altísimos costos para su operación.

La situación cambió radicalmente cuando comenzó a funcionar el Fondo para la Promoción de las Exportaciones, Proexport, que tuvo como función fortalecer la balanza de pagos mediante el fomento y diversificación

de las exportaciones. Este organismo estimuló los negocios al ofrecer financiación y apoyo para el ingreso a los mercados extranjeros.

## Estado inicial del conocimiento pesquero

El escenario inicial del conocimiento biológico-pesquero con el que se implementaron las actividades pesqueras en Colombia se soportó en el empirismo y en la emulación de lo que se realizaba con algún éxito en la pesca de camarón en países como Ecuador, Estados Unidos y Venezuela. Hasta aquí la pesca artesanal tradicional no tuvo ningún planteamiento para su desarrollo.

Con pocos argumentos científicos, pero con gran expectativa, la actividad pesquera se inició en 1950 en el litoral Pacífico con la pesca del camarón blanco o langostino, cuando embarcaciones de bandera extranjera provenientes de Panamá realizaban sus faenas de pesca y procedían a descargar el producto en ese país, debido a que en los puertos de Buenaventura y Tumaco no se contaba con la infraestructura adecuada para el proceso, el transporte y la comercialización.

Posteriormente, a partir de 1954 se instalaron las primeras plantas de proceso en el puerto de Buenaventura y prácticamente comenzó el desarrollo de la actividad camaronera en ese litoral, en donde las capturas promedio por faena y por embarcación durante cerca de 15 años fueron entre 5000 y 8000 libras, lo que consolidó a la pesca, junto con la explotación de madera, como una de las principales actividades económicas de la zona (Gutiérrez y Navarrete, 2010). En el Caribe, con base en Cartagena, hubo intentos importantes para impulsar la actividad pesquera, que iniciaron operaciones a finales de 1968.

Consciente de la necesidad de desarrollar la pesca industrial, el Ministerio de Agricultura solicitó en 1965 al Programa de las Naciones Unidas y a la FAO generar un programa que permitiera el desarrollo del sector pesquero. El resultado fue la formulación del Proyecto para el Desarrollo de la Pesca cuya implementación se autorizó en enero de 1968.

## Institucionalidad y marco legal

En 1968 se creó el Instituto Nacional de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente, Inderena, que era una entidad descentralizada de la orden nacional adscrita al Ministerio de Agricultura, que asumió bajo su tutela todos los recursos naturales renovables (RNR) incluidos los recursos hidrobiológicos y la pesca. A comienzos de 1969 asumió como organismo contraparte de la FAO en el proyecto para el desarrollo de la pesca marítima.

En aguas continentales, la actividad nunca había sido cuantificada, era de libre acceso y no contaba con medidas de ordenación, hasta 1970 cuando iniciaron los estudios biológico-pesqueros en las cuencas de los ríos Magdalena, Cauca y San Jorge, y sus planos inundables, bajo la responsabilidad del Inderena y la orientación de biólogos pesqueros expertos de la FAO, en el marco del Proyecto para el Desarrollo de la Pesca Continental 1972-1979.

Con el trabajo de campo ejecutado en estos proyectos se sentaron las bases científicas para el estudio de las pesquerías marinas y continentales, lo que conllevó la conformación de un grupo de biólogos, técnicos y auxiliares que prosiguieron las investigaciones y aportaron los elementos técnicos y científicos para que el Ministerio de Agricultura pudiera dictar las políticas de fomento, de conservación y ordenamiento de la pesca, cuya aplicación estuvo en primera instancia bajo responsabilidad del Inderena, luego del Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA), creado por la Ley 13 de 1990 (Estatuto General de Pesca), que con el mismo marco normativo pasó a ser en el 2002 responsabilidad del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), luego del Instituto Colombiano para el Desarrollo Rural (Incoder), a través de una Subgerencia de Pesca y Acuicultura en el 2003, y por último nuevamente del ICA.

En el 2012, como consecuencia de las nuevas reformas institucionales al interior del Incoder, se conformó la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) (Decretos 4181 y 4182 del 3 de diciembre de 2011) y se estableció que:

Tendrá por objeto ejercer la autoridad pesquera y acuícola de Colombia, para lo cual adelantarán los procesos de planificación, investigación, ordenamiento, fomento, regulación, registro, información, inspección, vigilancia y control de las actividades de pesca y acuicultura, aplicando las sanciones a que haya lugar, dentro de una política de fomento y desarrollo sostenible de estos recursos.

En cuanto a las funciones relacionadas con el fomento, el Decreto deja al Incoder: “Sus competencias relacionadas con el fomento de la pesca artesanal y acuicultura de recursos limitados dentro de sus programas de desarrollo rural integral”. A su vez, al interior del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) existía la Dirección de Pesca y Acuicultura con funciones relativas a la formulación de instrumentos de política para el apoyo al desarrollo de la pesca y la acuicultura a nivel nacional.

Hasta diciembre 28 de 1993, fecha en la que se promulgó la Ley 99 de 1993 (Sistema Nacional Ambiental) y se creó el Ministerio del Ambiente, el Inderena fue la entidad responsable de la investigación, el manejo, la administración, el control y la regulación de los RNR. La Ley 99 de 1993, a su vez, creó las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y las Corporaciones de Desarrollo Sostenible (CDS) que transformaron las Corporaciones Regionales que existían desde 1954. A partir de entonces se establecieron 34 corporaciones, de las cuales la Corporación para el Desarrollo Sostenible de la Sierra Nevada de Santa Marta (CSN) nunca se constituyó. A su vez, se estableció un instituto adscrito al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), y se vincularon el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann, el Instituto de Investigación de los Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH), el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Sinchi, y el ya antiguo Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, Invemar. A partir de 1993, las CAR y las CDS asumieron en las áreas de su jurisdicción las funciones en materia de RNR y protección del medio ambiente.

En el contexto de la investigación, el manejo, la administración, el control y la regulación de los recursos acuáticos —marinos y continentales— han estado relegados, inmersos y superpuestos con los denominados

recursos pesqueros, cuando normativa y científicamente, los segundos están incluidos en los primeros. Pero debido a la marcada importancia económica de estos últimos, en la práctica, los acuáticos no han sido considerados por las entidades que tienen competencia sobre estos.

El marco normativo colombiano establece precisiones en cuanto a definiciones para fauna silvestre<sup>1</sup>, flora silvestre, recursos hidrobiológicos —ahora acuáticos—, recursos pesqueros y algunas excepciones respecto a la fauna silvestre contempladas en el Código de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (CRNR), Decreto Ley 2811 de 1974. Razón por la cual su aprovechamiento está disperso en varias normas y tiene múltiples competencias institucionales (Satizábal y Satizábal, 1995; Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, 2009; Gutiérrez, 2010).

Posterior a la expedición del CRNR, los recursos hidrobiológicos y los pesqueros fueron diferenciados mediante leyes y decretos que los regularon de manera específica, lo que generó normativas para cada uno, a pesar de que a nivel global, los convenios internacionales utilizan dos denominaciones generales para toda la diversidad biológica: fauna y flora silvestre.

---

1 “Artículo 249. Entiéndase por fauna silvestre: el conjunto de animales que no han sido objeto de domesticación, mejoramiento genético o cría y levante regular o que han regresado a su estado salvaje, excluidos los peces y todas las demás especies que tienen su ciclo total de vida dentro del medio acuático (Decreto Ley 2811 de 1974). Los recursos hidrobiológicos están definidos como: todos los organismos pertenecientes a los reinos animal y vegetal que tienen su ciclo de vida total dentro del medio acuático. Entiéndase por recursos pesqueros: aquella parte de los recursos hidrobiológicos susceptibles de ser extraída o efectivamente extraída, sin que se afecte su capacidad de renovación con fines de consumo, procesamiento, estudio u obtención de cualquier otro beneficio. Y pesca como: el aprovechamiento de cualquiera de los recursos hidrobiológicos, de sus productos mediante captura, extracción o recolección (Decreto Ley 2811 de 1974, Decreto 1681 de 1978, Ley 13 de 1990 y Decreto 2256 de 1991).

A partir de la Ley 165 de 1994 (Convenio sobre la Diversidad Biológica), la definición de diversidad biológica generó unicidad conceptual al expresar que esta es:

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 hacen parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Por su parte, los recursos biológicos son definidos como: “Los recursos genéticos, los organismos o partes de ellos, las poblaciones, o cualquier otro tipo de componente biótico de los ecosistemas de valor o utilidad real o potencial para la humanidad”.

A su vez, internacionalmente, se consideran recursos hidrobiológicos: “El conjunto de todos los seres vivos que habitan los cuerpos de agua como océanos, ríos, lagos, lagunas, etc.; sean plantas, peces, mamíferos, reptiles o cualquier forma viviente”. Esta definición no es aplicable a Colombia, pues se han establecido normas diferenciadas para la mayoría de estos recursos. Es decir, las divisiones generadas a nivel nacional por las normas y la dispersión de responsabilidades administrativas no han permitido generar criterios para su conservación —entendida como uso y manejo—. Aun así, aunque las normas lo establezcan, biológicamente es muy complicado asignar en un ecosistema terrestre, acuático, o en una columna de agua, competencias a diversas entidades científicas o administrativas, encargadas cada una de partes específicas de los recursos, pues con ello se desconoce qué es y cómo se comporta un ecosistema.

Globalmente existe plena aceptación de que un recurso hidrobiológico o acuático se define como: “Una especie u organismo en cualquier fase de su desarrollo, que tenga en el agua su medio más normal o más frecuente de vida”. En este sentido, cualquier consideración de su potencial aprovechamiento es una circunstancia accesorio, que de por sí no lo diferencia de los recursos pesqueros. En este sentido, considerar, como se hace en Colombia, que cualquier recurso hidrobiológico con capacidad de aprovechamiento, regulado por una cuota global anual de extracción,

se convierte en pesquero es una falencia biológica que conlleva al sobre aprovechamiento del recurso. Pues como demuestran las estadísticas y los estudios biológico-pesqueros, en Colombia ha primado la rentabilidad económica sobre la conservación. El marco conceptual y legal está claro, sin embargo, aún hay quienes insisten en preguntarse cómo se diferencian los recursos hidrobiológicos de los pesqueros (Sanabria-Ochoa y Muñoz-Torres, 2011).

El establecimiento de una cuota de aprovechamiento respecto a cualquier recurso es un componente de las medidas que procuran su conservación, siempre y cuando esté soportada en estudios biológico-poblacionales, por lo que no puede imperar la inmediatez de la utilidad económica, ni hacer caso omiso de su estado y, en consecuencia, de su aprovechamiento sostenible.

Científica y normativamente, considerar a una población o a una especie susceptible de aprovechamiento, bien sea el recurso acuático o pesquero, debería estar antecedida por un respaldo legal que la reconozca y catalogue como tal, y en consecuencia permita su aprovechamiento bajo un régimen de manejo y administración, bajo la responsabilidad de las entidades competentes.

La excesiva división administrativa y regulatoria en Colombia ha conllevado que las entidades administradoras de los RNR —término superado por el de diversidad biológica— no solo tengan diferentes conceptos sobre las normas que se deben aplicar y sobre lo que están obligadas a hacer, o los límites reales de sus ecosistemas, sino también que las autoridades ambientales y científicas desconozcan cuál es la norma aplicable en determinado caso y, en consecuencia, se generen conflictos de competencias entre las instituciones responsables.

Sin embargo, desde 1974, en la Parte X (artículos 266 al 273) del CRNR se establecieron los parámetros para asegurar la conservación, el fomento, el aprovechamiento racional, las facultades de administración y las definiciones precisas de qué se debe entender por recurso hidrobiológico y pesquero. En este sentido, en el artículo 270, el CRNR definió los recursos hidrobiológicos como: “El conjunto de organismos animales y vegetales cuyo ciclo de vida se cumple totalmente dentro del medio acuático, y

sus productos”. Esa misma definición se utilizó para determinar lo que actualmente se considera como “recurso acuático”. En el artículo 271, se estableció que pesca: “Es el aprovechamiento de cualquiera de los recursos hidrobiológicos o de sus productos mediante captura, extracción o recolección”, siendo actividades relacionadas con la pesca, el procesamiento, el envase y la comercialización de recursos hidrobiológicos. Los artículos 272 y 273 definieron la pesca industrial y los tipos de pesca según su finalidad (comercial, industrial y artesanal, subsistencia, científica, deportiva, de control y de fomento). Lo que nunca hubiera podido prever el CRNR fue que a futuro existiera el fraccionamiento normativo y administrativo de los recursos acuáticos —antes hidrobiológicos— y pesqueros.

Respecto a la administración de los recursos hidrobiológicos marinos y continentales —acuáticos—, el CRNR (artículo 274) estableció las funciones de la administración pública, así como las condiciones para el ejercicio de la pesca y el régimen de prohibiciones y sanciones (artículos 275 al 285). Es decir, el CRNR reguló de manera general los recursos hidrobiológicos y estableció las pautas para la pesca, reconociéndola como una actividad productiva derivada de su aprovechamiento. Una vez más, en este sentido, no existió en el Código la intención de establecer diferencias o darle un tratamiento reglamentario aparte a los “recursos pesqueros”, lo que surgió como una estrategia económica en la que subyacía la premisa de un buen manejo, administración y control que permitiría la sostenibilidad de las poblaciones objeto de aprovechamiento y, en consecuencia, la sustentabilidad de las empresas y actividades a su alrededor.

Bien sea para recursos acuáticos continentales o marinos no existe a nivel institucional unidad de criterio ampliamente aceptada respecto a las competencias en investigación, administración, manejo, aprovechamiento y poder sancionatorio. Respecto a lo marino, a la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Coralina, se le reconocen todas las funciones en esta materia, aunque está en discusión la amplitud de estas, pues se hace la consideración que el área es objeto de múltiples convenios internacionales suscritos por Colombia en diversas materias —límites y de aprovechamiento de los recursos—. Sin embargo, como se estableció

desde 1993, las CAR administran, manejan, controlan y poseen la potestad en recursos como los bosques de manglar, los arrecifes coralinos, las praderas de *Thalassia*, incluida la fauna y flora allí residentes, siempre bajo la consideración de recursos hidrobiológicos, en consecuencia, no pesqueros.

El CNRN, a su vez, consignó excepciones a la definición y concepción de fauna silvestre:

Artículo 5º: El manejo de especies tales como cetáceos, sirenios, pinípedos, aves marinas y semiacuáticas, tortugas marinas y de aguas dulces o salobres, crocodilios, batracios, anuros y demás especies que no cumplen su ciclo total de vida dentro del medio acuático, pero que dependen de él para su subsistencia, se rige por este decreto, pero para efectos de la protección de su medio ecológico serán igualmente aplicables las normas de protección previstas en los estatutos correspondientes a aguas no marítimas, recursos hidrobiológicos, flora y ambiente marino.

Es decir, estos taxones son recursos acuáticos marinos o continentales y bajo ninguna circunstancia son considerados fauna silvestre o recursos pesqueros y, en consecuencia, se encuentran bajo potestad plena de las autoridades ambientales establecidas por la Ley 99 de 1993.

Posterior al CRNR, los recursos hidrobiológicos continentales y marinos fueron reglamentados por el Decreto 1681 de 1978 y en 1990 los recursos pesqueros fueron transferidos en su totalidad a la Ley 13 de 1990 o Estatuto General de Pesca. Normas que es necesario analizar para precisar las responsabilidades, las funciones, los mecanismos de articulación e incluso la bondad o ausencia de esta al haber sustraído del Decreto 1681 de 1978 los recursos pesqueros, exclusivamente con la premisa de que estos podrían generar una actividad productiva, lo cual dejó a la libre interpretación el componente de los recursos hidrobiológicos.

Los recursos hidrobiológicos fueron reglamentados en el Decreto 1681 de 1978 que incluye: 1) “El manejo de las especies hidrobiológicas y su aprovechamiento”; 2) “La protección y fomento de los recursos hidrobiológicos y de su medio ambiente”. Las funciones asignadas al Inderena —liquidado en 1993 por la Ley 99 de 1993— pasan a ser potestad del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). En 2012, con

base en las modificaciones institucionales realizadas a partir de la Ley 1444 de 2011<sup>2</sup>, siguen siendo potestad del MADS en cabeza de la Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos y la Dirección de Asuntos Marinos, Costeros y Recursos Acuáticos, que tienen la responsabilidad de velar por el aprovechamiento sostenible de los recursos acuáticos y pesqueros, pero no de su manejo, administración y control.

Según el Artículo 2° del Decreto 1681 de 1978, las disposiciones en él contenidas se aplican a:

La pesca y a las actividades relacionadas con ella, que se realicen en aguas interiores y en el mar territorial, incluida la zona económica de la Nación, efectuada por embarcaciones de bandera nacional o extranjera, sean fleteadas por personas o entidades domiciliadas en Colombia, y las que se efectúan en aguas extraterritoriales cuando el producto sea traído en forma permanente o transitoria.

En este sentido y dado que el Inderena tenía funciones de administración y a su vez de ejecutor, el artículo 3° del Decreto 1681 de 1978 lo facultaba para delegar la administración de los recursos hidrobiológicos marinos y continentales a las Corporaciones Regionales (CR) que a la fecha existían.

Históricamente, las CR en ese entonces, convertidas en CAR por la Ley 99 de 1993, en la práctica no han asumido a plenitud su competencia en materia de recursos acuáticos y cuando lo han hecho respecto a los recursos pesqueros continentales, se debió a que la Ley 13 de 1990 y su Decreto reglamentario 2256 de 1991, determinó que el INPA, o las entidades que lo han sustituido, le delegaran sus funciones.

Es innegable que cuando del manejo y la administración se trata, tener las bases científicas para deslindar los recursos pesqueros de los acuáticos es un tema que ningún marco normativo asumió o ha asumido

---

2 “Por medio de la cual se escinden Ministerios, se otorgan precisas facultades extraordinarias al Presidente de la República para modificar la estructura de la administración pública y la planta de personal de la Fiscalía General de la Nación y se dictan otras disposiciones”.

de manera científica y técnica. La demostración de esta situación queda reflejada en el Decreto 2256 de 1991, en el “Capítulo II: del procedimiento para diferenciar los recursos pesqueros de los recursos hidrobiológicos y de la clasificación de la pesca”, que establece en el Artículo 5º:

Con el fin de definir las especies, los volúmenes susceptibles de ser aprovechados y las tallas mínimas permisibles, conforme a lo dispuesto en el artículo 7 de la Ley 13 de 1990, créase el Comité Ejecutivo para la Pesca, integrado por el Subdirector de Producción Pesquera del Ministerio de Agricultura, quien lo presidirá, el Gerente del INPA y el Gerente del Inderena. El Comité se dará su propio reglamento, el cual debe ser aprobado por el Ministerio de Agricultura.

Con base en el citado artículo, lo que ha ocurrido en la práctica es que tan solo con establecer una cuota de aprovechamiento, sin mayores argumentos y soportes, los recursos acuáticos se convierten en pesqueros, sin asumir ninguna consideración técnica, ni científica. Ilustra la situación lo acontecido en el 2005 (resoluciones n.º 2440 del 2 de diciembre y 2140 del 22 de noviembre), cuando sin que mediara ningún criterio científico se otorgaron permisos de pesca comercial exploratoria de 3000 toneladas al año para el agua mala (*Stomolophus melegaris*) y de 500 toneladas al año para pepino de mar (*Echinodermata-Holoturoidea*), sin identificar la especie objeto de aprovechamiento y si la cuota estaba referida a producto procesado o extraído, pues en el caso del agua mala en producto procesado hubiera significado la extracción de aproximadamente 24 000 toneladas al año, lo que conllevaría posiblemente a su sobreaprovechamiento. Igual ha ocurrido en años recientes cuando se ha intentado convertir especies del género *Hypocampus* (caballos de mar) en recursos pesqueros o establecer que múltiples especies del pez león (*Pterois volitans*) también lo sean, sin considerar que es una especie altamente peligrosa para la biodiversidad marina.

El Decreto 2256 de 1991 hace referencia a los recursos pesqueros y a la forma de establecer las cuotas globales anuales de aprovechamiento en los artículos seis a diez:

Artículo 6°. El Comité Ejecutivo para la Pesca se reunirá en la primera semana del mes de agosto de cada año, con el fin de identificar las especies y los volúmenes susceptibles de aprovechamiento y, cuando fuere pertinente, las tallas mínimas permitidas.

Artículo 7°. El Comité procederá con base en las mejores evidencias científicas y teniendo en cuenta la información y datos estadísticos confiables que posean las entidades públicas y privadas vinculadas a la actividad pesquera.

Artículo 8°. Cuando no se conozca el potencial de una especie, el INPA, con base en la información de que disponga, propondrá al Comité Ejecutivo para la Pesca, la definición de una cuota razonable que permita conocer, mediante un esfuerzo pesquero controlado, el máximo rendimiento sostenible de la especie.

Artículo 9°. Con base en las propuestas del Comité Ejecutivo para la Pesca, que constarán en actas suscritas por los participantes, el Ministerio de Agricultura expedirá, antes del primero (1) de septiembre de cada año, el acto administrativo mediante el cual se establecen las cuotas globales de pesca para las diferentes especies, que regirán en el año siguiente.

Salvo lo dispuesto en los tratados internacionales que suscriba el Gobierno Nacional, los volúmenes de capturas de atunes y especies afines extraídas por embarcaciones que operen fuera de las aguas jurisdiccionales colombianas, contratadas por empresas nacionales, no se computarán dentro de las cuotas establecidas.

Artículo 10°. La Junta Directiva del INPA, mediante acto administrativo, distribuirá a más tardar el diez (10) de septiembre de cada año la cuota global de pesca establecida por el Ministerio de Agricultura, señalando el porcentaje de esta que se destinará a la pesca artesanal, a la pesca industrial y a una reserva con destino a nuevos usuarios, cuando la magnitud del recurso lo permita.

El citado Decreto se reglamentó estableciendo la conformación y funciones del Comité Ejecutivo de la Pesca, mediante la Resolución n.º 000267

de 2009. Pero el aprovechamiento de los recursos acuáticos aún no ha sido regulado, ni siquiera planteado o promovido por las autoridades competentes.

A manera de conclusión, desde la promulgación del Decreto 1681 de 1978 y la Ley 13 de 1990, existen dos escenarios muy claros: 1) el de los recursos acuáticos continentales y marinos y 2) el de los recursos pesqueros —marinos, continentales, ornamentales y acuicultura—, aunque en la práctica para la institucionalidad parecen seguir confundidos.

Especial mención hay que hacer de la Ley 161 de 1994 que constituyó la Corporación Autónoma Regional del Río Grande de La Magdalena (Cormagdalena) que, al no ser una autoridad ambiental, está bajo la dirección del Ministerio de Transporte y posee competencias en materia de RNR, tal como se consigna en los siguientes artículos:

Artículo 2°. Objeto. La Corporación tendrá como objeto la recuperación de la navegación y la actividad portuaria, la adecuación y conservación de tierras, la generación y distribución de energía, así como el aprovechamiento sostenible y la conservación del medio ambiente, los recursos ictiológicos y de los recursos naturales renovables.

Artículo 6°. Funciones y facultades. La Corporación Autónoma Regional del Río Grande de La Magdalena, Cormagdalena, tendrá las siguientes funciones y facultades:

2. Participar en la preparación y definición de los planes y programas de desarrollo de las entidades territoriales, regionales o sectoriales comprendidas en su jurisdicción: en las materias relacionadas con su objeto, con el fin de asegurar la realización de las actividades que se contemplan en los planes adoptados por la Corporación.

3. Formular y adoptar mecanismos para la coordinación y ejecución de sus planes, programas y proyectos, por parte de las entidades públicas y privadas delegatarias, concesionarias o contratistas, así como para su evaluación, seguimiento y control.

4. Promover y facilitar la participación comunitaria en los procesos de toma de decisiones y en las acciones de ejecución de los planes y programas de la Corporación.

5. Promover, impulsar y asistir técnica y financieramente la formación y actividades de asociaciones, cooperativas y toda clase de agrupaciones comunitarias que persigan el desarrollo y la explotación adecuada de los recursos ictiológicos y agrícolas en el área de actividades de la Corporación, dentro de los parámetros de protección de los recursos naturales y del medio ambiente.

6. Promover el aprovechamiento sostenible de los recursos hidrobiológicos y demás recursos naturales renovables, conforme a las políticas nacionales y con sujeción a las normas superiores y adelantar programas empresariales que involucren a la comunidad ribereña y propendan por el aumento de su nivel de vida.

7. Imponer las sanciones y multas por violaciones a la normatividad, conforme a la ley o los reglamentos.

Es claro que una vez promulgada esta Ley, le sustrajo en su momento al INPA y a las autoridades pesqueras que le han sustituido las funciones en materia pesquera en la cuenca del río Grande de La Magdalena, pues el aprovechamiento sostenible solo es viable teniendo en cuenta, entre otros condicionantes, el establecimiento de cuotas globales anuales de pesca, con soporte en el establecimiento de la sostenibilidad de las poblaciones ícticas y con específicas medidas de ordenación directa e indirecta.

Además, el concepto de lo *ictiológico* supera la denominación de recurso pesquero, y en el caso de la cuenca el mayor aprovechamiento de los recursos acuáticos está soportado en las poblaciones de *peces*, es decir, *recursos ícticos*, lo que no permite biológicamente diferenciar por tamaño, peso u objeto de aprovechamiento respecto de las poblaciones allí existentes.

Igual ocurre en el caso del Departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina cuando a través de las leyes 47 de 1993 y 915 de 2004, las competencias en materia pesquera, es decir, todo lo establecido en la Ley 13 de 1990, fueron transferidas a la Secretaría de Agricultura y Pesca del Departamento, sin incluir en esta delegación los recursos acuáticos marinos que siguen bajo la competencia de la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y

## Santa Catalina (Coralina). Como se estipula en el quinto capítulo “Del régimen de la pesca”:

Artículo 24°. Actividad pesquera. La actividad pesquera en el departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina se regirá por las normas contenidas en la Ley 47 de 1993, por las disposiciones que a continuación se dictan y por las demás leyes en aquello que no le sean contrarias.

Artículo 25°. Objeto. Estas disposiciones tienen por objeto promover el desarrollo sostenible de la actividad pesquera como fuente de alimentación, empleo e ingresos y de asegurar un aprovechamiento responsable de los recursos hidrobiológicos, optimizando los beneficios económicos en armonía con la preservación del medio ambiente y la conservación de la biodiversidad y la protección y promoción de los habitantes del Archipiélago.

Artículo 26°. Prioridad. De conformidad con el Plan de Desarrollo será prioridad del Gobierno Nacional dar el apoyo necesario para el desarrollo de la actividad pesquera artesanal y el entrenamiento y capacitación de los pescadores artesanales del departamento archipiélago.

Artículo 28°. Esta Junta a partir de la vigencia de la presente ley asumirá directamente las funciones que la ley le otorgó mediante el artículo 34 de la Ley 47 de 1993, sin ningún requisito previo.

Artículo 29°. Fomento. El Gobierno Nacional de acuerdo con las prioridades establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo impulsará la actividad pesquera en el Archipiélago, estimulará la modernización de la industria pesquera, así como fomentará la adquisición de bienes destinados a la actividad pesquera.

Artículo 31°. Prohibición. Dentro del área marina que encierran los arrecifes y las aguas costaneras de las Islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, solo estará permitida la extracción del recurso pesquero por parte de pescadores artesanales y de mera subsistencia, así como para investigación científica y deportiva.

Artículo 35°. De la acuicultura. El Gobierno Nacional de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo promoverá las actividades de acuicultura en el departamento archipiélago como fuente de alimentación y de generación de empleo y bienestar social.

Artículo 36°. Concesiones. La Junta Departamental de Pesca otorgará las concesiones para el desarrollo de la acuicultura en áreas que no perturben las actividades turísticas, tales como playas, zonas de baño, deportes náuticos y demás, así como de navegación.

Artículo 39°. Sanciones. Las sanciones contempladas en el artículo 35 de la Ley 47 de 1993 se aplicarán sin perjuicio de las sanciones administrativas, civiles y penales que contemplen las demás leyes por las transgresiones de las normas sobre pesca.

En conclusión, se puede decir que sobre los antes denominados recursos hidrobiológicos y ahora recursos acuáticos marinos y continentales, las competencias son de las CAR, y en cuanto a los recursos pesqueros continentales y marino-costeros son responsabilidad de la AUNAP, de Coralina y de la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN), según el Decreto 622 de 1977. En el caso de la cuenca del Río Grande La Magdalena la competencia es de Cormagdalena. En materia investigativa, respecto a los recursos acuáticos continentales la responsabilidad es del IAVH, y de los marino-costeros incluidos los pesqueros del Invemar (Ley 99 de 1993). A su vez, la investigación pesquera corresponde a la AUNAP (Ley 13 de 1990), a Coralina (leyes 47 de 1993 y 915 de 2004) y a la UAESPNN (Decreto 622 de 1977).

## Los instrumentos políticos

En las diversas políticas ambientales o sectoriales es posible encontrar referencia a los recursos acuáticos marinos o continentales, sin que posteriormente se elaboren propuestas de planes, programas o proyectos específicos que los consideren. Situación contraria ocurre con los recursos pesqueros que han sido objeto de atención en cuanto al diseño de políticas, manejo, administración, control y destinación específica de recursos humanos y económicos.

El primer intento de ordenar la actividad pesquera en términos políticos fue formulada por la Presidencia de la República, que en 1986 lideró un diagnóstico y formulación de un plan, de programas, proyectos y líneas de acción para la pesca y la acuicultura (Propesca, 1986).

Promulgada en Colombia, la Ley 165 de 1994 adopta el Convenio de Diversidad Biológica; en 1995, el Consejo Nacional Ambiental adoptó la Política Nacional de Biodiversidad (PNB) para promover la conservación, el conocimiento y el uso sostenible de la biodiversidad, así como la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de los conocimientos, innovaciones y prácticas asociados a ella por parte de la comunidad científica nacional, la industria y las comunidades locales, allí se incluyen de manera tácita los recursos acuáticos y pesqueros (IAVH, Ministerio de Ambiente y Departamento Nacional de Planeación, 1996).

Uno de los objetivos primordiales de la PNB fue establecer cómo Colombia tenía que orientar a largo plazo sus estrategias sobre el tema de la biodiversidad, así como definir quiénes eran los encargados de las diferentes áreas y líneas de acción. En la política se consignaron diagnósticos sobre la actividad ejercida en cuanto a los recursos pesqueros, pero no así para los recursos hidrobiológicos.

En 1997, el entonces Ministerio de Ambiente formuló la “Gestión ambiental para la fauna silvestre en Colombia”, que incluía los recursos pesqueros, expresando: “Que se consideran como tales a los recursos hidrobiológicos susceptibles de extracción, incluyendo peces, moluscos, y crustáceos, que no tienen una cifra cierta de estima”. A su vez, estableció que:

El inadecuado manejo de los recursos pesqueros y la sobrepesca, tanto en aguas dulces como marítimas, ha ocasionado que algunas especies se encuentren en riesgo de extinción, lo que se refleja en la reciente discusión en torno al tema de la ordenación pesquera que apunte hacia una pesca responsable, a la conservación de la biodiversidad, a la aplicación del principio precautelatorio y de los criterios de Rendimiento Máximo Sostenible y Rendimiento Máximo Económico, buscando integralmente que los recursos tengan vigencia biológica y sigan cumpliendo su papel como soporte del desarrollo socioeconómico.

A su vez, el documento reconoce los recursos hidrobiológicos al expresar que:

En materia de acceso a recursos hidrobiológicos, los Institutos de Investigación, las CAR y el INPA, evaluarán la oferta natural actual de dichos recursos y establecerán los criterios regionales para su acceso, manejo y administración. Con base en tales criterios, los Ministerios del Medio Ambiente y de Agricultura y Desarrollo Rural, definirán las cuotas de extracción, comercialización y transformación para especies objeto de aprovechamiento, como marco sobre el cual el INPA y demás entes nacionales involucrados con la actividad pesquera administrarán los recursos pesqueros.

El Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (Conpes 2959) formularon en 1997 la Política Pesquera y Acuícola, que proponía entre otras líneas de acción para el sector pesquero y acuícola (DNP, 1997):

- Solicitar a las entidades responsables de la investigación y desarrollo tecnológico en el ámbito nacional, en pesca y acuicultura, adoptar y desarrollar las prioridades de investigación en concordancia con el Plan Indicativo de Ciencias y Tecnologías del Mar 1990-2000, directamente o a través de centros de desarrollo tecnológico, asegurando su ejecución (Colciencias, 1990).
- Solicitar al INPA, al Ministerio del Medio Ambiente, a las CAR y a los entes territoriales, comenzar la implementación, durante el primer semestre de 1998, de planes armónicos de ordenamiento y manejo con fines de aprovechamiento pesquero y acuícola sostenible, en concertación con las entidades públicas y privadas vinculadas al sector.
- Recomendar al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y al INPA coordinar con los entes territoriales y el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, la promoción para la afiliación de los pescadores artesanales y sus familias al Sistema General de Seguridad Social.
- Solicitar al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, al INPA y a los entes territoriales adelantar, durante el primer semestre de

1998, programas piloto para el mejoramiento de la productividad pesquera a pequeña escala y diversificación de la producción.

- Solicitar al Dane, al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y al INPA, diseñar, durante el primer semestre de 1998, una metodología unificada de recolección, manejo y análisis de estadísticas pesqueras, acorde con el Sistema Nacional de Estadísticas y efectuar los estudios necesarios para la realización del Censo Nacional Pesquero.
- Recomendar al INPA para que, en coordinación con el Invermar y el sector privado, elabore un balance detallado de las tecnologías disponibles y áreas que requieran nuevas investigaciones y procesos de ajuste y validación, con el objetivo de orientar e intensificar las acciones de transferencia de tecnología relacionadas con el sector.
- Solicitar al Ministerio de Educación Nacional, al Icfes, con el apoyo de Colciencias, de universidades públicas y privadas, al INPA, al Icetex y al SENA la elaboración del Plan Nacional de Formación de Recurso Humano y Necesidades Básicas de Capacitación para la Pesca y la Acuicultura, en un término no mayor de tres meses.
- Recomendar a Proexport adelantar los estudios de mercado del subsector y crear las unidades exportadoras correspondientes para llevar a cabo una campaña intensiva de promoción de exportaciones de productos pesqueros y acuícolas.

Los recursos pesqueros marinos una vez más se abordaron en la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia, aprobada por el Consejo Nacional Ambiental el 5 de diciembre de 2001 (Ministerio del Ambiente, 2001).

La Política Nacional para Humedales, aprobada por el Consejo Nacional Ambiental en 2002, se acogió como es lógico a la definición de humedal establecida en la Ley 357 de 1997 (Convención Ramsar), en la que se incluyen los recursos acuáticos y pesqueros:

Son humedales aquellas extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes,

dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.

En la identificación de la problemática que aquejaba a los humedales se estableció que:

La sobreexplotación de recursos biológicos se produce por el exceso de uso de especies de fauna mediante la caza o la pesca, la recolección de nidos, la extracción de materiales para usos domésticos, industriales locales (artesanías) o para el autoconsumo (leña o materiales de construcción). Esta situación es común en todos los complejos de humedales de la tierra baja y notoria en el caso de las pesquerías continentales.

En 2007, la Comisión Colombiana del Océano (CCO) formuló la Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros (PNOEC) e hizo referencia a los recursos pesqueros al expresar que: “En lo relativo al tema de la explotación de los recursos pesqueros, nuestro Estado como país ribereño en dos océanos, tiene un interés fundamental en la conservación y explotación ordenada de los recursos vivos”. Además, enmarcó los recursos pesqueros en un contexto internacional al afirmar que: “Nuestro país buscará obtener, a través de mecanismos definidos en la comunidad internacional, el apoyo necesario para que, en la distribución y participación en la explotación de los recursos pesqueros, se establezca un sistema justo y racional de explotación”. Parcialmente y contrario a lo que ocurre en la práctica, la PNOEC estableció que: “El Estado, a través de las entidades competentes promocionará el consumo interno de los recursos pesqueros y acuícolas, así como la apertura de nuevos canales de comercialización internacional de estos productos”. Luego procedió a establecer líneas de acción que no se tratarán por no ser objeto específico de este documento.

La Ley 1151 de julio 24 de 2007 (DNP, 2007), mediante la cual se expidió el Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010, consignó respecto a los recursos pesqueros y la pesca:

- El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural priorizará el desarrollo de una política de manejo de aguas, infraestructura de riego y adecuación de tierras en general y de pesca con fines

productivos para estos sectores, que garanticen la preservación, protección y aprovechamiento tanto del recurso hídrico, de las tierras y pesquero, y para este último construirá el Plan de Acción Nacional de Desarrollo de Pesca Marina en el marco de los planes de acción internacional de la FAO y creará la Unidad Administrativa de Pesca Marítima dependiente de Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT) o en su defecto el Viceministerio de Pesca.

- El Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural como el organismo rector del sector pesquero y acuícola, en coordinación con el DNP y el MAVDT, y dentro de los seis meses siguientes a la entrada en vigencia de la presente ley deberá formular y adoptar la política nacional en la materia y elaborar el Plan Nacional de Desarrollo Pesquero y de la Acuicultura considerando los principios del Código de Conducta de Pesca Responsable de la FAO y demás obligaciones adoptadas por el país en el ámbito internacional, para el aprovechamiento de los recursos y el mantenimiento y la protección de los cuerpos de agua, y la preservación de las condiciones óptimas del medio acuático en el cual se desenvuelve la actividad pesquera y acuícola.

En el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 se reconoció de manera global que:

*El crecimiento económico de Colombia debe ser sostenido y también sostenible: debe ser un crecimiento fundamentado en la sostenibilidad ambiental. Es necesario, para nuestro bienestar y como responsabilidad con las futuras generaciones, hacer compatibles la agenda productiva y la agenda ambiental, y armonizar el desarrollo productivo con la preservación del medio ambiente. (DNP, 2011)*

En cuanto a las locomotoras para el crecimiento y la generación de empleo, en relación con el sector agropecuario y el desarrollo rural, en los lineamientos estratégicos el Plan identifica que una de las acciones debe ser: “promover el uso eficiente del suelo, del agua, de los recursos pesqueros y de la biodiversidad”.

Respecto a promover los encadenamientos y la agregación de valor en la producción agropecuaria, forestal y pesquera, el Plan es explícito al proponer que con el ánimo de mantener los avances en competitividad alcanzados en la finca y llegar a los mercados finales a precios competitivos, es necesario desarrollar un proceso eficiente de logística, comercialización y transporte de la producción agropecuaria y pesquera. En cuanto a la comercialización propone: 1) fortalecer la integración vertical y horizontal con miras a promover el desarrollo de economías de escala; 2) reducir la intermediación en la comercialización de productos agropecuarios y pesqueros a través del desarrollo de esquemas que aseguren la agregación de valor y faciliten la comercialización colectiva de insumos y productos agropecuarios; y 3) promover tanto la vinculación de la producción local en los procesos de compras públicas e institucionales a través de la Bolsa Mercantil de Colombia y los procesos de compras públicas directas. Para contribuir al ordenamiento y planificación del territorio se deberán culminar los mapas de vocación de uso del suelo a escala 1:100 000, así como actualizar las zonas agroecológicas relativamente homogéneas y las áreas de desarrollo pesquero.

En materia de desarrollo rural, el Plan estableció que se fortalecería la institucionalidad para el manejo integral y el aprovechamiento sostenible de los recursos pesqueros, así como la relacionada con el aprovechamiento del recurso forestal.

A su vez, estableció que con el propósito de *fortalecer la protección y restauración de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos*, para la planificación sectorial y el ordenamiento ambiental del territorio, entre otros aspectos es necesario: 1) actualizar e implementar una política nacional integrada para el desarrollo de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia; 2) consolidar el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) a través de la implementación del Conpes 3680 de 2010, priorizando el aumento de la representatividad ecológica en especial para la Orinoquía y las áreas marinas y costeras; 3) formular e implementar una política para la conservación de recursos hidrobiológicos; 4) implementar el plan nacional para el control de especies invasoras, exóticas y trasplantadas; 5) elaborar e implementar

programas de conservación de especies amenazadas. El Plan identifica que las cuencas hidrográficas serán el instrumento fundamental para avanzar en *la planificación y el ordenamiento ambiental del territorio*, y entre las acciones a desarrollar se deberá: vincular la gestión de humedales, páramos, zonas secas, bosques, manglares y recursos hidrobiológicos en la ordenación de cuencas hidrográficas.

El Plan Nacional de Desarrollo previó que el gobierno nacional promovería, también, la integración del territorio marino-costero fronterizo de manera sustentable, lo que facilitaría la organización de cadenas de valor de sus actividades y, para tal efecto, se propiciarían la investigación, el desarrollo y la innovación competitiva anclada en sus activos. De esta manera se promovería la capacidad de gestión del riesgo, se fomentaría el turismo en el Caribe y se avanzaría en la construcción del plan nacional pesquero y de la estructura institucional requerida para garantizar tanto la pesca industrial como la artesanal. De igual forma, se capitalizaría su condición de Estado ribereño y sus fronteras marítimas para promover procesos de integración con el Gran Caribe y Centroamérica. En este contexto, el Plan fortalecerá los esquemas para el manejo de las áreas de administración conjunta con Jamaica, Nicaragua y República Dominicana, al tiempo que se propondrán arreglos similares con otros países con los que se comparten fronteras marítimas. Vale decir que Colombia, en su disputa territorial con Nicaragua en el 2017, perdió 92 000 km<sup>2</sup> de Zona Económica Exclusiva y sobre esta no hay posibilidad alguna de su restitución legal.

Dentro de los lineamientos estratégicos en materia de ordenamiento y desarrollo territorial el Plan estableció la incorporación del territorio marino-costero en el ordenamiento territorial, en la planificación y en la gestión del desarrollo regional y del país, mediante la formulación de una nueva política que establezca directrices para el ordenamiento territorial de los espacios oceánicos y de las zonas costeras e insulares, para fortalecer las unidades ambientales costeras y oceánicas, que establezca y refuerce las áreas marinas protegidas y costeras con representatividad de ecosistemas estratégicos que sirvan de reservorio para poblaciones y

especies de importancia para los diferentes sectores productivos. Además, se deberán facilitar las cadenas de valor de actividades productivas relacionadas, el aprovechamiento sustentable de los recursos marino-costeros y la investigación, el desarrollo y la innovación competitiva anclada en sus activos mediante el desarrollo de programas de investigación. Asimismo, se deberán promover la realización del inventario de la biodiversidad marina y estudios de ecosistemas, el fomento de la bioprospección de los recursos marinos, la identificación y monitoreo de los cambios en los ecosistemas como resultado de las actividades productivas, el desarrollo de tecnologías limpias e innovadoras y la formulación de planes sectoriales, en particular, un plan nacional pesquero que ordene la pesca industrial y artesanal. Dentro de las acciones identificadas para el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, el Plan establece que este se compromete a formular en el término de seis meses, con las instancias válidas y legales de comunidades negras, afrocolombianas, raizales y palenqueras, una política diferencial para la pesca artesanal y acuícola.

En el 2012 se formuló el Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia (FAO e Incoder, 2012) y la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), en donde se reconocen los recursos acuáticos y pesqueros, respecto a los primeros, se afirma que: “En cuanto a los recursos hidrobiológicos, el MAVDT destaca que no hay una línea de acción ni una base de información clara sobre estos recursos”. Y respecto a la actividad pesquera:

En el caso de la pesca y la acuicultura derivadas directamente de la biodiversidad colombiana presente en áreas marinas y aguas continentales, estas constituyen actividades consideradas entre las fuentes más importantes de alimento e ingreso económico para las poblaciones rurales de algunas regiones del país. Los recursos pesqueros dulce acuícolas de Colombia incluyen aproximadamente 91 especies de peces y 1 de crustáceos. Mientras que los recursos pesqueros marinos ascienden a 399 especies de peces, 23 de crustáceos y 10 de moluscos. (MAVDT y MADR, 2010; MADS, 2012)

En el Plan Nacional de Desarrollo 2011 (Ley 1450 de 2011) y en la Ley 1444 de mayo 4 de 2011, “Por medio de la cual se escinden unos Ministerios, se otorgan precisas facultades extraordinarias al Presidente de la República para modificar la estructura de la Administración Pública y la planta de personal de la Fiscalía General de la Nación y se dictan otras disposiciones”, se estableció respecto a la línea de costa marina:

Artículo 208. Autoridad ambiental marina de las corporaciones. Las Corporaciones Autónomas Regionales y las de Desarrollo Sostenible de los departamentos costeros, ejercerán sus funciones de autoridad ambiental en las zonas marinas hasta el límite de las líneas de base recta establecidas en el Decreto 1436 de 1984, salvo las competencias que de manera privativa corresponden al Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y a la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Coralina).

Parágrafo 1°. En los sectores en los cuales no se encuentran establecidas las líneas de base recta, la zona marina se fijará entre la línea de costa y hasta una línea paralela localizada a doce (12) millas náuticas de distancia mar adentro, en todos los casos la jurisdicción de la autoridad ambiental será aquella que corresponda a la mayor distancia a la línea de costa.

Parágrafo 2°. La línea de límite perpendicular a la línea de costa será establecida por el Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, o quien haga sus veces, con el apoyo del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrés, Invemar.

Parágrafo 3°. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, o quien haga sus veces, y la Dirección General Marítima establecerán los criterios técnicos y administrativos para el otorgamiento de las concesiones, permisos y licencias sobre los bienes de uso público del dominio marino y costero de la Nación. Los criterios establecidos serán adoptados mediante acto administrativo expedido por la Dirección General Marítima y serán de obligatorio cumplimiento por los permisionarios, sean personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeros.

El MADS, en la PNGIBSE, consigna y se acoge a lo establecido en la 10ª Conferencia de las Partes del Convenio de Diversidad Biológica (CDB) realizada en Nagoya, Japón, en octubre del 2010, que definió un nuevo Plan Estratégico con cinco objetivos y veinte metas conocidas como las Metas de Aichi.

La visión de este nuevo Plan Estratégico establece que: “Para el 2050, la diversidad biológica se valora, conserva, restaura y utiliza en forma racional, manteniendo los servicios de los ecosistemas, sosteniendo un planeta sano y brindando beneficios esenciales para todos”. La misión del Plan Estratégico es:

Tomar medidas efectivas y urgentes para detener la pérdida de diversidad biológica a fin de asegurar que, para 2020, los ecosistemas sean resilientes y sigan suministrando servicios esenciales, asegurando de este modo la variedad de la vida del planeta y contribuyendo al bienestar humano y a la erradicación de la pobreza. A este fin, las presiones sobre la diversidad biológica se reducen, los ecosistemas se restauran, los recursos biológicos se utilizan de manera sostenible y los beneficios que surgen de la utilización de los recursos genéticos se comparten en forma justa y equitativa; se proveen recursos financieros adecuados, se mejoran las capacidades, se transversalizan las cuestiones y los valores relacionados con la diversidad biológica, se aplican eficazmente las políticas adecuadas, y la adopción de decisiones se basa en fundamentos científicos sólidos y el enfoque de precaución.

Entre las Metas de Aichi 2020 se establecieron objetivos para cada uno de estos componentes de la diversidad ecosistémica, sin llegar a mencionarlos todos, cabe resaltar los siguientes respecto al tema que nos ocupa y que Colombia como país parte de la CDB debe implementar:

Objetivo Estratégico A: enfrentar las causas subyacentes de la pérdida de biodiversidad incorporando la biodiversidad a través de los gobiernos y la sociedad.

- Meta 2: para 2020, a más tardar, los valores de la diversidad biológica habrán sido integrados en las estrategias y los procesos de planificación de desarrollo y reducción de la pobreza nacional

y local, y se estarán integrando en los sistemas nacionales de contabilidad, según proceda, y de presentación de informes.

- Meta 4: para 2020, a más tardar, los gobiernos, empresas e interesados directos de todos los niveles habrán adoptado medidas o habrán puesto en marcha planes para lograr la sostenibilidad en la producción y el consumo y habrán mantenido los impactos del uso de los recursos naturales dentro de límites ecológicos seguros.

Objetivo Estratégico B: reducir las presiones directas sobre la biodiversidad y promover su uso sostenible.

- Meta 5: para 2020 se habrá reducido por lo menos a la mitad y, donde resulte factible, se habrá reducido hasta un valor cercano a cero el ritmo de pérdida de todos los hábitats naturales, incluidos los bosques, y se habrá reducido de manera significativa la degradación y fragmentación.
- Meta 6: para 2020, todas las reservas de peces, invertebrados y plantas acuáticas se gestionan y cultivan de manera sostenible y lícita, aplicando enfoques basados en los ecosistemas, de manera tal que se evite la pesca excesiva. Se han establecido planes y medidas de recuperación para todas las especies agotadas, con el propósito de que las actividades de pesca no tengan impactos perjudiciales importantes en las especies en peligro y los ecosistemas vulnerables, y los impactos de la pesca en las reservas, especies y ecosistemas se encuentren dentro de límites ecológicos seguros.
- Meta 7: para 2020, las zonas destinadas a agricultura, acuicultura y silvicultura se gestionarán de manera sostenible, para garantizar la conservación de la diversidad biológica.
- Meta 8: para 2020, se habrá llevado la contaminación, incluida aquella producida por exceso de nutrientes, a niveles que no resulten perjudiciales para el funcionamiento de los ecosistemas y la diversidad biológica.
- Meta 9: para 2020, se habrán identificado y priorizado las especies exóticas invasoras y vías de introducción, se habrán controlado o erradicado las especies prioritarias, y se habrán establecido medidas

para gestionar las vías de introducción con el propósito de evitar su introducción y establecimiento.

- Meta 10: para 2015, se habrán reducido al mínimo las múltiples presiones antrópicas sobre los arrecifes de coral y otros los ecosistemas afectados por el cambio climático o la acidificación de los océanos, con el propósito de mantener su integridad y funcionamiento.

Objetivo Estratégico C: mejorar el estado de la biodiversidad salvaguardando ecosistemas, especies y diversidad genética.

- Meta 11: para 2020, al menos el 17% de las zonas terrestres y de aguas continentales y el 10% de las zonas marinas y costeras, especialmente aquellas de particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, se conservan por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados y otras medidas de conservación eficaces asadas en áreas, y están integradas en los paisajes terrestres y marinos más amplios.
- Meta 12: para 2020, se habrá evitado la extinción de especies en peligro identificadas y su estado de conservación se habrá mejorado y sostenido, especialmente para las especies en mayor declive.

Objetivo Estratégico D: mejorar los beneficios para todos provenientes de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.

- Meta 14: para 2020, se han restaurado y salvaguardado los ecosistemas que proporcionan servicios esenciales, incluidos servicios relacionados con el agua, y que contribuyen a la salud, los medios de vida y el bienestar, tomando en cuenta las necesidades de las mujeres, las comunidades indígenas y locales y los pobres y vulnerables.
- Meta 16: para 2015, el Protocolo de Nagoya sobre Acceso a los Recursos Genéticos y Participación Justa y Equitativa en los Beneficios que se Deriven de su Utilización estará en vigor y en funcionamiento, conforme a la legislación nacional.

Objetivo Estratégico E: mejorar la implementación a través de la planeación participativa, la gestión del conocimiento y el fortalecimiento de capacidades.

- Meta 17: para 2015, cada parte habrá elaborado, habrá adoptado como un instrumento de política y habrá comenzado a poner en práctica una estrategia y un plan de acción nacionales en materia de diversidad biológica eficaces, participativos y actualizados.
- Meta 18: para 2020, se respetan los conocimientos, las innovaciones y las prácticas tradicionales de las comunidades indígenas y locales pertinentes para la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica, y su uso consuetudinario de los recursos biológicos, sujeto a la legislación nacional y a las obligaciones internacionales pertinentes, y se integran plenamente y reflejan en la aplicación del Convenio con la participación plena y efectiva de las comunidades indígenas y locales en todos los niveles pertinentes.
- Meta 19: para 2020, se habrá avanzado en los conocimientos, la base científica y las tecnologías referidas a la diversidad biológica, sus valores y funcionamiento, su estado, tendencias y las consecuencias de su pérdida; tales conocimientos y tecnologías serán ampliamente compartidos, transferidos y aplicados.

En conclusión, y frente al estado de los recursos acuáticos y pesqueros es claro que nunca han faltado políticas o lineamientos de acción, pero los temas y soluciones planteadas durante los últimos 26 años han sido repetitivos y a la luz de los análisis biológico pesqueros —expuestos en otro apartado de este documento— se pueden vislumbrar los impactos positivos o negativos que se tienen por omisión o por acción respecto al estado de las poblaciones pesqueras objeto de aprovechamiento a nivel nacional.

En el 2015, la FAO y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural emitieron la Política Integral para el Desarrollo de la Pesca Sostenible en Colombia, cuya finalidad es abordar las problemáticas que enfrenta el sector y que impactan tanto a la economía nacional, regional y local como a un gran número de actores tanto económicos como sociales, para alcanzar el empoderamiento y la transformación de este sector.

Actualmente está en curso el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Pacto por Colombia. Pacto por la Equidad, y a través de la conformación de la Comisión de Sabios, en el 2019 se concertó un panorama que apunta a que la ciencia, la investigación y la tecnología en Colombia tengan un nuevo derrotero, soportado e implementado por el Ministerio de la Ciencia, la Tecnología e Innovación (Minciencia).

En cuanto a lo que nos ocupa en este documento, el foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos, se espera que las recomendaciones e iniciativas planteadas permitan superar los obstáculos identificados, y se implementen las recomendaciones e iniciativas emblemáticas propuestas, muchas de las cuales corresponden, en líneas generales, con el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, para todas las provincias biogeográficas o regiones en las que están inmersos los temas del foco temático.

El Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 establece que se deben “proteger los parques naturales de la presencia de cultivos de coca” dado que, en el 2017, en 16 de las 59 áreas protegidas estaban registrados cultivos de coca, para lo cual se establece como estrategia: “Implementar una política integral de lucha contra las drogas, con énfasis en la erradicación, interdicción, prevención del consumo, y el tránsito de las regiones afectadas por los cultivos ilícitos hacia economías lícitas”.

Respecto al objetivo Colombia en la Escena Global —política exterior responsable, innovadora y constructiva—, se establecen como objetivos:

- Participar de manera responsable y proactiva en la escena internacional, para proyectar los intereses de Colombia en el mundo.
- Impulsar el desarrollo sostenible y la seguridad de las comunidades en zonas de frontera. Ser referente internacional en materia de sostenibilidad, ciencia, tecnología e innovación (CTI), emprendimiento y turismo.

Vale la pena destacar la estrategia de desplegar recursos complementarios a las acciones diplomáticas para que Colombia sea un referente cultural, educativo, ambiental, turístico y en materia de CTI.

Respecto al Pacto por el Emprendimiento, la Formalización y la Productividad: Campo con Progreso, se destaca el Pacto por la Sostenibilidad,

que pretende armonizar la producción agropecuaria con la conservación y el uso eficiente de los recursos naturales.

El Plan Nacional de Desarrollo expresa que: “Seremos un país que aplique a todos los sectores productivos la idea del respeto inequívoco al medio ambiente bajo la premisa de producir conservando, conservar produciendo”. Por su parte, el Pacto por la Sostenibilidad establece que: “Se busca un equilibrio entre el desarrollo productivo y la conservación del ambiente que asegure los recursos naturales para las futuras generaciones”, de cara a los siguientes retos:

- Posicionar la sostenibilidad como un eje transversal del desarrollo que permita el equilibrio entre la conservación y la producción.
- Migrar hacia un transporte sostenible, puesto que el 78% de las emisiones contaminantes del aire las aporta ese sector.
- Implementar alternativas productivas sostenibles para la conservación de áreas ambientales estratégicas. El 25% del área de los páramos tiene conflictos en el uso del suelo.
- Optimizar la evaluación y el seguimiento del licenciamiento ambiental y otros instrumentos de control.
- Detener el crecimiento de la deforestación causada por la expansión de la frontera agrícola, los cultivos de uso ilícito y la extracción ilícita de minerales.

Las estrategias propuestas para alcanzar estas metas son:

- Implementar acciones para la reconversión y el desarrollo de procesos productivos sostenibles en los sectores agropecuario, de transporte, energía, industria y vivienda.
- Ejecutar las medidas necesarias para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero que permitan el cumplimiento del Acuerdo de París al 2030.
- Implementar la estrategia nacional de economía circular para aumentar el reciclaje de residuos, el reúso del agua y la eficiencia energética. Conformar el Consejo Nacional de Lucha contra la Deforestación y otros Crímenes Ambientales Asociados (Conaldef)

y adoptar protocolos para la acción inmediata y coordinada entre las entidades del Estado.

- Implementar una estrategia nacional de restauración de ecosistemas que incluya el pago por servicios ambientales y otros incentivos a la conservación.
- Implementar iniciativas de adaptación al cambio climático que reduzcan los efectos de las sequías y las inundaciones en los sectores y los territorios.
- Realizar una misión que genere recomendaciones para mejorar la efectividad del licenciamiento ambiental, la estandarización de procedimientos y otros instrumentos de control ambiental.
- Fortalecer las autoridades ambientales regionales para optimizar la gestión ambiental, la vigilancia y control, y el servicio al ciudadano.

Lo anterior supone que la ruta al 2030 llevará el país a:

*Ser un país comprometido con la gestión ambiental y la mitigación del cambio climático, con una institucionalidad ambiental moderna, donde la biodiversidad se conserva y genera nuevas oportunidades de ingreso. Además, será un territorio resiliente ante los riesgos y los impactos de los desastres.*

Los nueve pactos territoriales son aplicables a lo planteado por el foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos al considerar en general la sostenibilidad de los recursos naturales y en particular los ecosistemas y su biodiversidad:

- Región Pacífico. Potencia logística y ambiental de Colombia.
- Seaflower region. Por una región insular próspera, segura y sostenible.
- Región Central. Centro de innovación y nodo logístico de integración productiva nacional e internacional.
- Región Santanderes. Eje logístico para la competitividad y sostenibilidad.
- Región Amazonía. Desarrollo ambientalmente sostenible por una Amazonía viva.

- Región Eje Cafetero y Antioquia. Conectando para la competitividad y el desarrollo logístico sostenible.
- Región Llanos-Orinoquía. Conectando y potenciando la despensa sostenible con el país y el mundo.
- Región Caribe. Por una transformación para la igualdad de oportunidades y la equidad.
- Océanos. Colombia potencia bioceánica.

En la región Pacífico el pacto propone: “Diversidad para la equidad, la convivencia y el desarrollo sostenible. Aprovechar la diversidad ambiental y cultural del Pacífico para construir un camino hacia el desarrollo productivo, social y sostenible de la región”. Un propósito que debe enfrentar, entre otros retos:

- Incrementar las actividades productivas legales de la región a partir de las vocaciones productivas propias del Pacífico, para fomentar la conservación de los ecosistemas. Abordar la gestión ambiental comprendiendo la interrelación entre el ambiente, la productividad y la gestión del riesgo.
- Abordar la gestión ambiental comprendiendo la interrelación entre el ambiente, la productividad y la gestión del riesgo.

A través de las estrategias: 1) fomentar programas de desarrollo rural que promuevan la prevención y sustitución actividades ilícitas que afectan el ambiente y la calidad de vida de la población del Pacífico; 2) consolidar el ordenamiento territorial con énfasis en aspectos ambientales, de gestión del riesgo y de recuperación de las cuencas hidrográficas, que buscan prevenir el deterioro de otras cuencas de la región como el Cauca, Baudó, San Juan, entre otros. Esto permitirá en el 2030:

Lograr que el Pacífico sea una región conectada, que promueva el desarrollo productivo sostenible del litoral y la zona andina. Fomentaremos el ordenamiento territorial integral y la preservación del ambiente, aprovechando el gran potencial logístico, agropecuario y agroindustrial. Mediante el cumplimiento de estos objetivos

mejoraremos la calidad de vida de toda la población, promocionando el desarrollo de las zonas más rezagadas.

En Seaflower region se espera tener prosperidad, seguridad y sostenibilidad, para promover el desarrollo sostenible del archipiélago, fomentar un uso adecuado de sus recursos y proteger su riqueza patrimonial. Todos los objetivos coinciden con lo propuesto en el foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos:

- Aprovechar el potencial ecológico de la reserva de Biosfera Seaflower y cultural del archipiélago. Implementar medidas de adaptación al cambio climático y promover el cuidado del ambiente.
- Aprovechar el potencial ecológico de la reserva de Biosfera Seaflower y cultural del archipiélago.
- Implementar medidas de adaptación al cambio climático y promover el cuidado del ambiente.
- Garantizar el acceso a servicios públicos de agua potable y saneamiento básico.
- Fomentar el ordenamiento territorial, controlar la explotación de recursos naturales y la expansión poblacional.

Los retos son: 1) proteger la riqueza patrimonial del archipiélago y 2) fortalecer la investigación científica y los emprendimientos verdes. Con una ruta clara al 2030 que pretende que:

El desarrollo económico del archipiélago estará en armonía con su riqueza ambiental y patrimonial, entregada por la Reserva de Biosfera Seaflower y su cultura raizal. Los emprendimientos verdes y la investigación científica, acompañados de un control efectivo a la explotación de los recursos naturales y el uso del suelo, favorecerán la sostenibilidad de la región.

En la región Central hay un objetivo importante: “Proteger la fábrica natural de agua del país”. Esto plantea como reto: “Proteger las fuentes hídricas y zonas estratégicas ambientales”, lo que significará que en el 2030: “La región Central será potencia de desarrollo logístico, tecnológico y de

innovación, conectada con el resto del país y garantizando la protección de ecosistemas estratégicos”.

En la región Santanderes: eje logístico, competitivo y sostenible de Colombia, se impulsará el desarrollo a partir de las ventajas de su ubicación geográfica y sus conexiones con los mercados nacionales e internacionales. Es relevante como objetivo: “Promover la conservación y el uso sostenible del capital natural”, y como reto: “Lograr un manejo ambiental y la protección de los ecosistemas estratégicos del sistema de páramos, los humedales del Magdalena Medio y sus áreas protegidas”. Con esto se aspira a que en el 2030:

Considerando la posición estratégica de los Santanderes, esta región será el eje logístico entre el Caribe, el Centro y la Orinoquía. Mediante el aprovechamiento del potencial de innovación y de provisión de servicios ambientales, se consolidará como un destino cultural y turístico alrededor del Bicentenario.

Para la región Amazonía se postula que deberá tener: “Desarrollo sostenible por una Amazonía viva, diversa e integrada. Lograr el aprovechamiento y el cuidado del patrimonio natural y cultural en función de un modelo de desarrollo sostenible y diferencial”, con tres objetivos:

- Proteger y conservar los ecosistemas de la Amazonía, combatiendo la deforestación.
- Conectar la región y garantizar el acceso a los servicios públicos de la población rural dispersa.
- Promover la multiculturalidad y aprovechar la biodiversidad de la región.

Para conseguir estas metas, se deberán asumir, entre otros retos: 1) combatir la deforestación; 2) mejorar la conectividad de la región con el transporte terrestre, fluvial y aéreo; y 3) diversificar los sistemas productivos soportados en los productos amazónicos. Esto permitirá que al 2030:

La Amazonía colombiana será la región con el mayor potencial ambiental del país, consolidará su desarrollo sostenible apalancado en el aprovechamiento racional de

su biodiversidad y preservación del patrimonio natural pluricultural y multiétnico, reconociéndose así, como una Amazonía viva que combate la deforestación.

Para la región Eje Cafetero y Antioquia se hace necesario: “Conectar al Eje Cafetero y Antioquia para que sus productos sean comercializados nacional e internacionalmente lo que generaría bienestar para toda su población, y promovería una competitividad sostenible y amigable con el ambiente”. Esto permitirá que en el 2030:

El Eje Cafetero y Antioquia formarán una región con alto potencial biodiverso y productivo en los sectores de agricultura, comercio y construcción. Contará con sistemas de transporte ágiles y eficientes que permitirán conectar toda la región a escala interna y externa. Además, será pionera en la protección del medio ambiente y recuperación de áreas degradadas por actividades ilegales. Por último, contará con emprendimientos naranjas que permitirán desarrollos tecnológicos y mejores oportunidades laborales para los ciudadanos.

En la región Llanos-Orinoquía se deberá: “Conectar y potenciar la despensa sostenible de la región con el país y el mundo”. Esto implica desarrollar la región y aprovechar su potencial único como despensa hídrica, energética, agropecuaria y agroindustrial, conectándola con el país y el mundo para generar acceso a sus productos y mercados. Entre los objetivos se encuentra: “Proteger las fuentes de agua y el ambiente incentivando alternativas de producción sostenible”. De manera que para el 2030 los “Llanos-Orinoquía será una región reconocida por su modelo productivo sostenible, balanceando el recurso hídrico que contribuye a la producción energética, agropecuaria y agroindustrial, con la protección y conservación del ambiente y estará conectada con los mercados nacionales e internacionales”.

Para la región Caribe se pretende la: “Transformación para la igualdad de oportunidades y la equidad. Una región Caribe conectada, con calidad y cobertura en la provisión de servicios públicos, cero desnutriciones y libre de pobreza extrema”. Un objetivo para esta región es: “Desarrollar el potencial de la producción agropecuaria, cultural y turística”. Siendo uno

de los retos: aumentar el abastecimiento de agua potable en La Guajira. Teniendo entre otras estrategias para toda la región:

- Hacer un manejo ambiental sostenible de las fuentes de agua.
- Generar una estrategia para superar la pobreza y garantizar la seguridad alimentaria que integre a todos los actores importantes de la región Caribe, con énfasis en las problemáticas de La Guajira.
- Fomentar las cadenas de productos agroindustriales del Caribe.
- Promocionar el turismo tradicional y las opciones alternativas con que cuentan los departamentos del Caribe.
- Aprovechar los ecosistemas costeros, con iniciativas sostenibles que permitan su recuperación y mantenimiento.

Directamente relacionada con la misión y objeto del foco temático se encuentra el pacto territorial de la región Océanos: “Colombia, potencia bioceánica. Proponiendo reconocer el potencial de desarrollo que representan los océanos como motor de crecimiento y equidad, aprovechando la ubicación estratégica del país entre el Pacífico y Atlántico”, con tres objetivos:

- Fortalecer la gobernanza y la institucionalidad para la administración integral de los océanos.
- Incrementar el conocimiento, investigación, innovación y apropiación social.
- Optimizar la conectividad, la infraestructura y la logística entre mar y tierra e impulsar el desarrollo productivo.

Con cinco retos:

- Fortalecer la institucionalidad existente para potencializar el desarrollo de los océanos.
- Mitigar la erosión costera (reducción de las playas), que genera impactos para la población, la infraestructura y los ecosistemas marino-costeros.
- Fortalecer el potencial de la producción pesquera del país.
- Incrementar los niveles de seguridad integral marítima del país.
- Mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los accesos marítimos a los puertos colombianos.

Lo anterior significa implementar nueve estrategias:

- Implementar de forma integral y coordinada el Plan Maestro de Erosión Costera.
- Hacer de Colombia un país competitivo y responsable en términos de aprovechamiento sostenible de los recursos marinos.
- Brindar soporte al desarrollo de actividades en mares, mediante acciones dirigidas a minimizar el riesgo para las poblaciones y los bienes, aumentando la seguridad integral marítima.
- Fortalecer las acciones de conservación y restauración de los ecosistemas marinos, costeros e insulares.
- Impulsar el desarrollo de los puertos marítimos con infraestructura competitiva.
- Fortalecer el rol articulador de la Comisión Colombiana del Océano.
- Promover y apoyar la conservación y restauración de los ecosistemas marinos.
- Fortalecer los procesos de investigación de ciencia, tecnología e innovación aplicada al conocimiento y desarrollo oceánico.
- Desarrollar y promover la industria astillera.

Si todo se cumple en el 2030: “Los colombianos reconoceremos el potencial de desarrollo único que tienen nuestros océanos. Aprovecharemos de forma responsable y sostenible sus recursos, conservando y cuidando la diversidad que nos proporcionan los ecosistemas marinos, costeros e insulares”.

Respecto a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que tienen como meta el año 2030, tres merecen especial atención, al igual que sus respectivas metas.

Objetivo 6. Agua limpia y saneamiento:

- De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a todos los colombianos a un precio asequible para todos.
- De aquí a 2030, lograr el acceso a servicios de saneamiento e higiene adecuados y equitativos para todos y poner fin a la defecación al aire libre, prestando especial atención a las necesidades de las mujeres, las niñas y las personas en situaciones de vulnerabilidad.

- De aquí a 2030, mejorar la calidad del agua reduciendo la contaminación, al eliminar el vertimiento y minimizar la emisión de productos químicos y materiales peligrosos, reduciendo a la mitad el porcentaje de aguas residuales sin tratar y aumentando considerablemente el reciclado y la reutilización sin riesgos a nivel mundial.
- De aquí a 2030, aumentar considerablemente el uso eficiente de los recursos hídricos en todos los sectores y asegurar la sostenibilidad de la extracción y el abastecimiento de agua dulce para hacer frente a la escasez de agua y reducir considerablemente el número de personas que sufren falta de agua.
- De aquí a 2030, implementar la gestión integrada de los recursos hídricos a todos los niveles, incluso mediante la cooperación transfronteriza, según proceda.
- De aquí a 2020, proteger y restablecer los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos los bosques, las montañas, los humedales, los ríos, los acuíferos y los lagos.
- De aquí a 2030, ampliar la cooperación internacional y el apoyo prestado a los países en desarrollo para la creación de capacidad en actividades y programas relativos al agua y el saneamiento, como los de captación de agua, desalinización, uso eficiente de los recursos hídricos, tratamiento de aguas residuales, reciclado y tecnologías de reutilización.
- Apoyar y fortalecer la participación de las comunidades locales en la mejora de la gestión del agua y el saneamiento.

#### Objetivo 14. Vida submarina:

- De aquí a 2025, prevenir y reducir significativamente la contaminación marina de todo tipo, en particular la producida por actividades realizadas en tierra, incluidos los detritos marinos y la polución por nutrientes.
- De aquí a 2020, gestionar y proteger sosteniblemente los ecosistemas marinos y costeros para evitar efectos adversos importantes, incluso fortaleciendo su resiliencia, y adoptar medidas para restaurarlos

con el propósito de restablecer la salud y la productividad de los océanos.

- Minimizar y abordar los efectos de la acidificación de los océanos, incluso mediante una mayor cooperación científica a todos los niveles.
- De aquí a 2020, reglamentar eficazmente la explotación pesquera y poner fin a la pesca excesiva, la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada y las prácticas pesqueras destructivas, y aplicar planes de gestión con fundamento científico con el propósito de restablecer las poblaciones de peces en el plazo más breve posible, al menos alcanzando niveles que puedan producir el máximo rendimiento sostenible de acuerdo con sus características biológicas.
- De aquí a 2020, conservar al menos el 10% de las zonas costeras y marinas, de conformidad con las leyes nacionales y el derecho internacional y sobre la base de la mejor información científica disponible.
- De aquí a 2020, prohibir ciertas formas de subvenciones a la pesca que contribuyen a la sobrecapacidad y la pesca excesiva, eliminar las subvenciones que contribuyen a la pesca ilegal, no declarada y no reglamentada y abstenerse de introducir nuevas subvenciones de esa índole, reconociendo que la negociación sobre las subvenciones a la pesca en el marco de la Organización Mundial del Comercio debe incluir un trato especial y diferenciado, apropiado y efectivo para los países en desarrollo y los países menos adelantados.
- De aquí a 2030, aumentar los beneficios económicos que los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados obtienen del uso sostenible de los recursos marinos, en particular mediante la gestión sostenible de la pesca, la acuicultura y el turismo.
- Aumentar los conocimientos científicos, desarrollar la capacidad de investigación y transferir tecnología marina, teniendo en cuenta los Criterios y Directrices para la Transferencia de Tecnología Marina de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental, con el propósito de mejorar la salud de los océanos y potenciar la contribución de

la biodiversidad marina al desarrollo de los países en desarrollo, en particular los pequeños Estados insulares en desarrollo y los países menos adelantados.

- Facilitar el acceso de los pescadores artesanales a los recursos marinos y los mercados.
- Mejorar la conservación y el uso sostenible de los océanos y sus recursos aplicando el derecho internacional reflejado en la Convención de las Naciones Unidas sobre el Derecho del Mar, que constituye el marco jurídico para la conservación y la utilización sostenible de los océanos y sus recursos, como se recuerda en el párrafo 158 del documento *El futuro que queremos*.

Objetivo 15. Vida de ecosistemas terrestres:

- Para 2020, velar por la conservación, el restablecimiento y el uso sostenible de los ecosistemas terrestres y los ecosistemas interiores de agua dulce y los servicios que proporcionan, en particular los bosques, los humedales, las montañas y las zonas áridas, en consonancia con las obligaciones contraídas en virtud de acuerdos internacionales.
- Para 2020, promover la gestión sostenible de todos los tipos de bosques, poner fin a la deforestación, recuperar los bosques degradados e incrementar la forestación y la reforestación a nivel mundial.
- Para 2030, luchar contra la desertificación, rehabilitar las tierras y los suelos degradados, incluidas las tierras afectadas por la desertificación, la sequía y las inundaciones, y procurar un mundo con una degradación neutra del suelo.
- Para 2030, velar por la conservación de los ecosistemas montañosos, incluida su diversidad biológica, a fin de mejorar su capacidad de proporcionar beneficios esenciales para el desarrollo sostenible.
- Adoptar medidas urgentes y significativas para reducir la degradación de los hábitats naturales, detener la pérdida de la diversidad biológica y, para 2020, proteger las especies amenazadas y evitar su extinción.

- Promover la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos y promover el acceso adecuado a esos recursos, como se ha convenido internacionalmente.
- Adoptar medidas urgentes para poner fin a la caza furtiva y el tráfico de especies protegidas de flora y fauna y abordar la demanda y la oferta ilegales de productos silvestres.
- Para 2020, adoptar medidas para prevenir la introducción de especies exóticas invasoras y reducir de forma significativa sus efectos en los ecosistemas terrestres y acuáticos y controlar o erradicar las especies prioritarias.
- Para 2020, integrar los valores de los ecosistemas y la diversidad biológica en la planificación nacional y local, los procesos de desarrollo, las estrategias de reducción de la pobreza y la contabilidad.
- Movilizar y aumentar de manera significativa los recursos financieros procedentes de todas las fuentes para conservar y utilizar de forma sostenible la diversidad biológica y los ecosistemas.
- Movilizar un volumen apreciable de recursos procedentes de todas las fuentes y a todos los niveles para financiar la gestión forestal sostenible y proporcionar incentivos adecuados a los países en desarrollo para que promuevan dicha gestión, en particular con miras a la conservación y la reforestación.
- Aumentar el apoyo mundial a la lucha contra la caza furtiva y el tráfico de especies protegidas, en particular aumentando la capacidad de las comunidades locales para promover oportunidades de subsistencia sostenibles.

En el 2020, se contará con la Agenda para la Década de los Océanos, razón por la cual durante la investigación para el foco temático se realizaron talleres de consulta y concertación para tener visiones y propuestas, para ello se contó con la Escuela Naval “Almirante Padilla”, la Escuela Superior de Guerra Economía Azul, la CCO, Colciencias, la Dimar, la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN), el Invemar, las CAR y de las CDS con áreas costeras y ONG relacionadas.

## Información sobre recursos hidrobiológicos y pesqueros

Numerosos serían las referencias y diagnósticos sobre la riqueza y servicios ambientales que tienen y ofrecen los ecosistemas acuáticos marinos y continentales, pero, como lo afirma sumariamente Camacho (2005):

El tema de recursos hidrobiológicos es quizás el de mayor complejidad dados los escasos desarrollos alcanzados en el país, si bien somos un país con una importante capital natural en ellos por nuestra riqueza en agua dulce y dos costas con un área marítima considerable, aún no se dimensiona como un subsector. En términos productivos son los recursos pesqueros, piscícolas y acuícolas para los que se encuentra mayor y mejor información.

Colombia es un país privilegiado en cuanto a diversidad de recursos acuáticos marinos y continentales. Sin embargo, hay una claridad que normalmente no se consigna y tampoco se maneja a la hora de tomar decisiones: el país cuenta con gran diversidad biológica en aguas marinas y continentales, pero tiene poca biomasa aprovechable, ante lo cual hacer suposiciones sobre potenciales aprovechamientos desbordan cualquier lógica de manejo, al punto de convertirse en falacias.

Las estimaciones sobre la biodiversidad marino-costera, insular y continental serán abordadas en otro apartado de este documento. Pero vale la pena mencionar que Colombia, a pesar de ocupar tan solo el 0,22 % de la superficie terrestre, es catalogada a nivel mundial como uno de los países megadiversos, al poseer cerca del 10% de las especies conocidas actualmente en el planeta, categoría que comparte con Argentina, Bolivia, Brasil, China, Costa Rica, Ecuador, India, Indonesia, Kenia, México, Perú, Sudáfrica y Venezuela.

En contraste con la información que pueda existir a nivel nacional sobre la biodiversidad, la información generada respecto a los recursos acuáticos, bien sean marinos o continentales, es escasa, y referida como ya se dijo a datos sistemáticos, o taxonómicos, porque están incluidos en los libros rojos de especies amenazadas, sin que se posea amplitud

de estudios poblacionales, propuestas de manejo, ni para su protección y fomento y menos una lista específica que los identifique y catalogue como tales.

Vale decir que no existe formulación de “áreas de reserva, áreas protegidas”, ni de “bancos genéticos” o estudios al respecto. Siendo seis los documentos básicos que dan cuenta del tema: 1) el IAVH en 1998, en el estudio que se podría considerar el primer informe global sobre el estado general de la biodiversidad en Colombia, abordó la introducción de especies en sistemas acuáticos y el estado de los recursos pesqueros; 2) en 1999, se formuló la Agenda de Investigación en Sistemática Siglo XXI, y bajo cualquier consideración allí quedan incluidos los recursos hidrobiológicos, pues se identifican líneas para organismos marinos y acuáticos continentales (IAVH, 1999); 3) Camacho (2005) manifiesta textualmente que:

No es fácil aproximarse a una visión de los recursos hidrobiológicos en el país dados los vacíos y la dispersión en la información, por ello pretender abarcar todos los componentes que podrían estar incluidos en el concepto bajo una sola mirada podría ser en principio una tarea dispendiosa.

4) El IAVH (2006) estableció una aproximación al estado de las actividades de investigación en medio ambiente y con énfasis en biodiversidad; 5) en 2006, el IAVH, en el *Informe Nacional Sobre el Avance en el Conocimiento y la Información de la Biodiversidad 1998-2004* no consigna un análisis referido exclusivamente a recursos hidrobiológicos marinos o continentales, pero globalmente hace mención a la distribución de especies hidrobiológicas continentales introducidas o trasplantadas en Colombia, reportando 162 taxones (Gutiérrez, 2006); 6) los recursos hidrobiológicos y pesqueros fueron analizados en su integralidad por el IAVH en el 2010-2012 (Jiménez *et al.*, 2018).

En cuanto al otorgamiento de permisos de aprovechamiento para recursos acuáticos continentales o marinos, solo se han dado cuando estos han sido considerados como recurso pesquero, bajo la salvedad que las cuotas de aprovechamiento asignadas no estuvieron precedidas de estudios poblacionales que validaran establecer su aprovechamiento sostenible.

Respecto a la extracción de recursos pesqueros para actividades artesanales e industriales para el Caribe y el Pacífico, se identificó una situación que sigue vigente:

En Colombia no se ha logrado dar al sector pesquero una mirada holística, y más aún, no se ha abordado la pesca como una actividad que maneja un recurso abierto y con infinidad de variables externas que pueden estar definiendo el comportamiento del recurso pesquero. Esto es lo que obliga a pensar en investigaciones a largo plazo, articuladas a través de un programa que incorpore las dimensiones de un desarrollo sostenible, metodologías participativas que garanticen la generación y acopio de información mínima requerida y en un horizonte de tiempo y espacio suficiente para explicar con el menor sesgo y especulación posibles, las verdaderas causas de la ausencia momentánea, la disminución o pérdida definitiva de la diversidad biológica.

Es necesario resaltar que el IAVH inició investigaciones sobre los recursos acuáticos desde el año 2010, en el marco de la serie: *Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros*. A su vez, el Invemar en el 2015 relacionó los recursos acuáticos marino-costeros e insulares incluidos todos los taxones, en el marco de una propuesta de Plan Nacional de Recursos Acuáticos concertado al interior del Sistema Nacional Ambiental, con ONG, academia y algunas organizaciones de pescadores, y liderada por el MADS. A su vez, allí estaban consignados los inventarios de los recursos continentales o dulceacuícolas.

Respecto a la actividad pesquera, desde la creación del Inderena existe información que ha ido consolidándose cada año, con el propósito de establecer las cuotas globales anuales de aprovechamiento, tanto en aguas marinas como continentales y para peces ornamentales.

A su vez, en los libros rojos de especies amenazadas están listadas 45 especies de peces dulceacuícolas con diversos grados de amenaza (Mojica *et al.*, 2002), que en la actualización de 2012 pasaron a 81; en especies ícticas marinas al 2018, eran 56 las especies amenazadas (Acero y Polanco, 2017); para invertebrados marinos 27 (Ardila, Navas y Reyes, 2002), en cuanto a mamíferos continentales o marinos 10 (Rodríguez, 2006); en reptiles 35 (Castaño-Mora, 2002); en aves 29 (Rengifo *et al.*, 2002) y, finalmente,

respecto a anfibios se encuentran 26 especies (Rueda, Lynch y Amézquita, 2004), que en líneas generales no han merecido la debida atención para su recuperación (Contraloría General de la República, 2010).

Finalmente, es válido consignar la reflexión de un artículo de prensa publicado en el 2007: “¿Por qué los recursos hidrobiológicos [incluidos los pesqueros] desaparecieron de la agenda y se encuentran en el limbo en el que ni el Ministerio del Ambiente ni el de Agricultura se sienten dolientes?” (Rodríguez Becerra, 2007). El desarrollo del siguiente diagnóstico confirmará si sigue o no vigente la pregunta.

### Caracterización de los procedimientos administrativos en materia de recursos pesqueros

El manejo, la administración, el control y el poder sancionatorio en materia de recursos pesqueros está bajo la responsabilidad de la AUNAP, con base en la Ley 13 de 1990, y para el caso del departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, por la Junta Departamental de Pesca y Acuicultura, que hace las veces de la AUNAP en materia pesquera y acuícola (Ley 47 de 1993 y Ley 615 de 2005).

En recursos acuáticos —no pesqueros— el poder sancionatorio es competencia del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, de las CAR, de las CDS, de la Unidad Administrativa Especial de Parques Nacionales Naturales (UAESPNN) y de las autoridades ambientales de los grandes centros urbanos.

### Cuotas globales de pesca

Desde la promulgación de la Ley 13 de 1990 y su Decreto Reglamentario 2256 de 1991, en especial en lo estipulado los artículos 5° al 11°, se establecieron los mecanismos para la asignación de las cuotas globales anuales de aprovechamiento pesquero en aguas marinas y continentales, incluidos los peces ornamentales. El procedimiento en esencia es único, pero con variantes y diversos actores.

Las cuotas globales anuales son establecidas mediante resolución expedida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR), a partir de lo

que recomiende técnica y científicamente el Comité Ejecutivo para la Pesca (CEP) en el cual la AUNAP, el MADR y diferentes instituciones de investigación pesquera, se reúnen a evaluar el estado de los recursos pesqueros, la actividad de aprovechamiento del año inmediatamente anterior, permitiéndoles a través de un documento concertado recomendar al MADR, los volúmenes globales de aprovechamiento anual, para las diferentes especies, así como las medidas de manejo y ordenación que consideren pertinentes.

La AUNAP, fundamenta sus decisiones en las bases de datos de las diferentes regiones donde se realiza la actividad pesquera (océano Pacífico, mar Caribe, cuencas del Río Grande de La Magdalena, de la Orinoquía y de la Amazonía), en la información estadística pesquera que posee el MADR, las universidades, los institutos Invemar, Sinchi, IAVH, el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IAP), la UAESPNN, Cormagdalena y organizaciones no gubernamentales. Una vez procesada y evaluada mediante diferentes modelos matemáticos, análisis estadísticos y consideraciones biológicas, la AUNAP elabora un documento que es presentado al Comité Ejecutivo para la Pesca (CEP) que evalúa, modifica y adiciona información.

Una de las grandes falencias de este proceso en el pasado eran las consultas que el MADR y la autoridad pesquera hacían en algunas ocasiones con los usuarios de los recursos pesqueros para el establecimiento de las cuotas, en las que se presentaban dos situaciones: 1) se desestimaban los resultados de los análisis por no considerarlos ajustados a sus pretensiones económicas y 2) se formulaban propuestas con base en que la información no es fidedigna, luego de lo cual se procedía a entregar información faltante en las bases de datos. Sobre este último punto el Estado siempre ha mostrado gran falencia en el acopio de la información biológica y pesquera, máxime cuando a la fecha esta no procede de la autoridad pesquera nacional, sino que es una función contratada con un agente externo.

### Cuotas porcentuales

Establecidas las cuotas globales anuales de aprovechamiento, la AUNAP realiza un estudio de cada uno de los recursos a los que se les han establecido cuotas y determina la tendencia estadística histórica de los diferentes tipos de pesca –industrial, artesanal u ornamental– y, de

acuerdo con la situación del recurso, recomienda una cuota de reserva, la cual puede ser distribuida entre nuevos usuarios. Estos análisis son puestos a consideración del consejo directivo de la entidad encargada de la pesca (AUNAP) que los evalúa y, si son aprobados, son consignados en un acto administrativo (resolución) que puede ser consultado por cualquier ciudadano interesado en el tema.

### Cuotas por permisionario

Una vez que se tiene en firme la resolución de cuotas porcentuales, la AUNAP realiza un estudio sobre la actividad que la flota pesquera realizó durante el año inmediatamente anterior. Para esta labor, los funcionarios utilizan la información estadística disponible, como desembarcos por motonaves y por especies, los zarpes entregados y los días efectivos de pesca.

Siguiendo esta información se construye una matriz de calificación donde se evalúan seis aspectos:

- Los volúmenes efectivamente extraídos el año inmediatamente anterior. Para ello, se cuenta con los registros estadísticos entregados por la entidad externa contratada para su colecta y los informes que los usuarios presentan. A este criterio de evaluación se le asigna un valor porcentual del 60%.
- La capacidad instalada y el número, características y eficiencia de las embarcaciones pesqueras. Este criterio es evaluado teniendo en cuenta los zarpes y las patentes de pesca expedidas para los diferentes titulares. Este criterio tiene un valor porcentual del 10%.
- La calidad de empresa integrada. Este parámetro se refiere específicamente a si las empresas realizan todos los procesos pesqueros, esto es, desde la extracción hasta la comercialización, pasando por el proceso de los productos de la pesca. Este criterio está fundamentado en el hecho de que las empresas que generan empleo deben tener un estímulo específico en la asignación de cuotas. Este aspecto tiene un valor porcentual del 5%.
- El cumplimiento de las obligaciones y las normas legales sobre la actividad pesquera por parte del titular del permiso. Este criterio

está directamente relacionado con la presentación de informes, el cumplimiento en el pago de tasas y derechos de pesca y las sanciones que la empresa ha recibido en el año inmediatamente anterior. El criterio es calificado con el 10 %.

- Las proyecciones de ampliación o reducción de las actividades u operaciones de las empresas. Este criterio está orientado hacia el estímulo que deben recibir las empresas que se preocupen por realizar cambios y adaptaciones que se ajusten a la situación biológica de los recursos pesqueros, así como adaptaciones a las condiciones económicas y sociales, que permitan que el recurso sea aprovechado de manera más eficiente, sustentable y sostenible en la región donde opera. El criterio es calificado con el 5 %.
- Empleo de embarcaciones pesqueras de bandera colombiana. El criterio fue construido con el propósito de estimular directamente a los usuarios o armadores, que propendan porque todas sus motonaves pesqueras sean de bandera nacional. Este criterio es calificado con el 10 %.

De esta manera se dispone de una matriz que presenta una calificación de cada uno de los permisionarios. Con este valor y de acuerdo con las cantidades asignadas para la pesca industrial en la resolución de cuotas porcentuales anuales, se distribuye entre cada uno de los permisionarios partes de la cuota global (toneladas/año) a ser aprovechada y que tendrá vigencia para el año siguiente (enero-diciembre).

Pero cabe anotar que estos procedimientos están bien formulados teóricamente, pero en la práctica, tal y como se demostrará más adelante, en múltiples ocasiones no se siguen, pues las cuotas asignadas para pesca en el mar Caribe, en el océano Pacífico y para ornamentales, aun conociendo el estado de las poblaciones objeto de aprovechamiento, presentan contradicciones entre el estado del recurso y la cuota asignada.

Al respecto, la FAO y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2015) establecieron que “las cuotas de pesca son medidas de manejo enfocadas principalmente a alcanzar el máximo rendimiento sostenible de una pesquería a través de la regulación del esfuerzo de pesca” (AUNAP, 2014).

De acuerdo con lo señalado en el Artículo 7 de la Ley 13 de 1990 y el Artículo 5 del Decreto Reglamentario 2256 de 1991, la medida administrativa de manejo y regulación para el aprovechamiento pesquero es el establecimiento de cuotas de captura para los permisionarios, donde a cada embarcación por su registro de capturas y el tipo de pesquería principal se le asigna una cuota de captura anual del recurso, asumiendo como compromiso entregar los registros de sus capturas y desembarcos en forma periódica y un consolidado anual a la AUNAP. Esto con el propósito de analizar el comportamiento productivo y de la población de las especies pesqueras, y así contar con criterios para definir las cuotas para la siguiente vigencia.

Con base en el análisis comparativo de la información de los desembarcos y las cuotas asignadas, se encuentra que en algunos casos los desembarcos superan la cuota establecida, o lo contrario, son inferiores a esta. En este sentido, se infiere que la causa de esta condición es, entre otros aspectos, la ocurrencia de fenómenos naturales (La Niña y El Niño), problemas ambientales, deficiencias en la continuidad y representatividad de la información técnica y biológica recopilada requerida para la asignación de las cuotas de pesca.

## Referencias

- Acero, A. y Polanco, A. (2017). Biodiversidad íctica de los mares colombianos: riqueza amenazada. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 41(159), 200-212. doi: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyn.480>.
- Ardila, N., Navas, G. R. y Reyes, J. O. (Eds.). (2002). *Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Invemar y Ministerio de Medio Ambiente.
- Camacho, A. (2005). *Lineamientos técnicos para la formulación de una política nacional de conocimiento, conservación y uso sostenible de los recursos hidrobiológicos*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

- Castaño-Mora, O. V. (Ed.). (2002). *Libro rojo de reptiles de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente.
- Colciencias. (1990). *Plan de desarrollo de las ciencias y las tecnologías del mar en Colombia 1990-2000*. Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología. Comisión Colombiana de Oceanografía. Bogotá: Artes e Impresos.
- Comisión Colombiana del Océano. (2007). *Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros (PNOEC)*. Bogotá: Comisión Colombiana del Océano.
- Contraloría General de la República. (2010). *Informe del estado de los recursos naturales y del ambiente 2008-2009*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (1997). *Política para el Desarrollo de la Pesca y la Acuicultura. Conpes 2959 de 1997*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2007). *Plan Nacional de Desarrollo. Estado Comunitario: Desarrollo para todos*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2011). *Bases del Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014: Prosperidad para todos*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- FAO e Incoder. (2012). *Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia*. Bogotá. Documento de trabajo.
- FAO y Ministerio de Agricultura. (2015). *Política integral para el desarrollo de la pesca sostenible en Colombia*. Bogotá: Ministerio de Agricultura.
- Gutiérrez, F. (2006). Especies invasoras. En *Informe nacional sobre el avance en el conocimiento y la información de la biodiversidad 1998-2004* (pp. 194-197). Bogotá: Instituto de Investigación en Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Gutiérrez, F. (2010). *Los recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales en Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Gutiérrez, F. y Navarrete, F. (2010). *Legislación ambiental aplicable al ámbito costero y marino en Colombia*. Bogotá: Corporación Ecoversa.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH). (1998). *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad. Colombia. Causas de pérdida de biodiversidad*. Tomo II. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH). (1999). *Agenda de investigación en sistemática siglo XXI*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH). (2006). *Informe nacional sobre el avance en el conocimiento de la biodiversidad 1988-2004*. Tomos I-II. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH), Ministerio de Ambiente y Departamento Nacional de Planeación. (1996). *Política Nacional de Biodiversidad*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Jiménez-Segura, L. F., Gutiérrez, F. de P., Ajiaco-Martínez, R. E. y Lasso, C. (2018). Las pesquerías continentales de Colombia. En C. Baigún y J. Valbo-Jorgensen (eds.), *El Estado y las tendencias de las pesquerías continentales de Meso y Suramérica*. Roma: FAO Fisheries and Aquaculture.
- Ministerio de Ambiente. (1997). *Gestión ambiental para la fauna silvestre de Colombia*. Bogotá: Ministerio de Ambiente.
- Ministerio de Ambiente. (2001). *Política nacional ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia*. Bogotá: Ministerio de Ambiente.
- Ministerio de Ambiente. (2002). *Política nacional para humedales interiores de Colombia*. Bogotá: Ministerio de Ambiente.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2009). *Nuestra Ley, nuestro sistema. sina 15 años*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). (2010). *Criterios para diferenciar los recursos pesqueros de los recursos hidrobiológicos*. Propuesta presentada al Comité Ejecutivo para la Pesca (CEP). Bogotá. Documento inédito.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. Bogotá. Documento de trabajo.
- Mojica, J. I., Castellanos, C., Usma, J. S. y Álvarez, R. (Eds.). (2002). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente.

- Propesca. (1986). *Proyecto para la pesca y la acuicultura*. Bogotá: Presidencia de la República.
- Rengifo, L. M., Franco-Maya, A. M., Amaya-Espinell, J. D., Kattan G. H. y López-Lanús, B. (Eds.). (2002). *Libro rojo de aves de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Ministerio del Medio Ambiente.
- Rodríguez Becerra, M. (2007, agosto 19). ¿A quién le importa la biodiversidad? *El Tiempo*.
- Rodríguez-Mahecha, J. V., Alberico, M., Trujillo, F. y Jorgenson, J. (Eds.). (2006). *Libro rojo de los mamíferos de Colombia. Serie libros rojos de especies amenazadas de Colombia*. Bogotá: Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Rueda-Almonacid, J. V., Lynch, J. D. y Amézquita, A. (Eds.). (2004). *Libro rojo de anfibios de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia*. Bogotá: Conservación Internacional Colombia, Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente.
- Rubio, C. (1995). La industria pesquera en Colombia. En *Simposio sobre el poder marítimo en Colombia* (pp. 57-73). Cartagena: Fuerza Militares de Colombia.
- Sanabria-Ochoa, A. I. y Muñoz-Torres, S. E. (2011). ¿Recursos hidrobiológicos y recursos pesqueros: cómo se diferencian? En Lasso, C. A. *et al.* (eds.), *Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia. Serie editorial recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales de Colombia* (pp. 23-26). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Satizábal, C. y Satizábal, M. L. (1995). *Código Nacional de los Recursos Naturales. Legislación ambiental*. Bogotá: Temis.



**Aprovechamiento  
de los recursos  
hidrobiológicos  
en ecosistemas  
marino-costeros,  
estuarinos e  
insulares**



*Francisco de Paula Gutiérrez Bonilla  
Andrés Franco Herrera*

### **Línea base sobre el estado mundial de los océanos y los recursos hidrobiológicos**

Tener una línea base sobre el foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos es una prioridad, puesto que, sin la perspectiva mundial y sus causas, las miradas y los análisis locales, no se pueden considerar completos, pues están inmersos en una economía globalizada, cada vez más demandante de recursos para satisfacer la creciente población humana, o para procesos biotecnológicos. Por esto, se hace necesario asumir posturas nacionales, que garanticen la permanencia del capital natural, sin el cual la civilización, y en concreto Colombia, no son viables, tal como lo expresara White (1967, p. 1205): “Personalmente dudo que el desastroso impacto ecológico pueda evitarse simplemente aplicando más ciencia y más tecnología”.

### **Océanos, mares, ecosistemas continentales y recursos hidrobiológicos marino-costeros, insulares y continentales**

Debido al estado de los océanos, mares, ecosistemas continentales y recursos hidrobiológicos marino-costeros, insulares y continentales a escala global, el mundo se ha propuesto metas como las establecidas en la Conferencia de Estocolmo (1972), la Cumbre de Río (1992), la Convención de Biodiversidad Biológica (1994), la Conferencia de Jakarta (1998), las

metas del Milenio (2000-2015), las metas Aichi (2011-2020), y a partir del 2021, las obligaciones que surjan de la “Década de los Océanos” o las directrices de la Convención Ramsar, para la protección de los humedales. Es importante anotar que, quiérase o no reconocer, todos estos compromisos están inalcanzados.

Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015-2030) y sus 169 metas demuestran la magnitud de esta ambiciosa agenda universal, a pesar de que los océanos del mundo, su temperatura, su química, sus corrientes y sobre todo la vida que albergan, mueven sistemas que hacen que la Tierra sea habitable para la humanidad. Las precipitaciones, el agua potable, el clima, el tiempo, las costas, gran parte de nuestros alimentos e incluso el oxígeno del aire que se respira provienen, en última instancia, del mar, y todos son regulados por las dinámicas oceánicas y costeras.

Históricamente, los océanos y los mares han sido cauces vitales del comercio y el transporte. Cubren las tres cuartas partes de la superficie de la Tierra, contienen el 97% del agua del planeta y representan el 99% de la superficie habitable en volumen (D’Odorico *et al.*, 2019). Además, absorben alrededor del 30% (2000 millones) del dióxido de carbono producido por los humanos, lo que amortigua los impactos del calentamiento global (Doney, 2010). A pesar de ello, solo se conocen en un 10%.

Más de 3000 millones de personas dependen para su sustento de la biodiversidad marino-costera y oceánica que tiene identificadas cerca de 200000 especies. A nivel mundial, el valor de mercado de los recursos marino-costeros y oceánicos, y su industria se estima en USD 3 billones por año —alrededor del 5% del PIB mundial—, siendo la mayor fuente de proteínas del planeta y empleando directa o indirectamente a más de 200 millones de personas (Naciones Unidas, 2012). Como referencia, con los subsidios otorgados a la pesca (la biomasa más aprovechada en los océanos), se está contribuyendo al rápido agotamiento de muchas especies, lo que obstaculiza los esfuerzos para salvar y restaurar la pesca mundial y los empleos asociados a esta, y causa que la pesca oceánica genere USD 50 mil millones menos por año de lo que podría. Además, desde la Revolución Industrial, los espacios de mar abierto muestran que los niveles de acidez han aumentado en un 26% (Doney, 2010), a lo que debe sumarse que

las aguas costeras están deterioradas debido a la contaminación y a la eutrofización, en consecuencia, desde 1970 el 36 % de las especies marino-costeras han disminuido. Se predice que la eutrofización aumentará el 20 % para el año 2050. De hecho, se ha establecido que actualmente, solo el 13 % de la superficie del océano permanece inalterada (21 millones de millas cuadradas).

Respecto a los humedales, la estimación más reciente de la superficie mundial cubierta por estos ecosistemas continentales y costeros supera los 12,1 millones de km<sup>2</sup>, una superficie casi tan grande como Groenlandia. De este total, el 54 % está inundado de forma permanente y el 46 % de manera estacional, además que otros 5,2 millones de km<sup>2</sup> se inundan de manera intermitente u ocasional. Alrededor del 93 % de los humedales son sistemas continentales y el 7 % marino-costeros. Las áreas de los humedales artificiales a escala mundial son pequeñas, se estima que los embalses cubren 0,3 millones de km<sup>2</sup> y los arrozales 1,3 millones de km<sup>2</sup> (Davidson y Finlayson, 2007; Davidson, 2014; Davidson, 2017; Davidson, Fluet-Chouinard, y Finlayson, 2018). Las mayores áreas de humedales (Davidson, Fluet-Chouinard, y Finlayson, 2018) se encuentran en Asia (32 % del área mundial), América del Norte (27 %), América Latina y el Caribe (16 %), Europa (13 %), África (10 %) y Oceanía (3 %).

Los humedales naturales cubren solo una fracción de su área original y han ido disminuyendo progresivamente durante siglos en la mayor parte del mundo, debido al drenaje y a la conversión de tierras. Desde el año 1700 d. C. se ha perdido hasta el 87 % de los recursos mundiales de humedales, con tasas de pérdida que aumentaron a finales del siglo xx (Davidson, 2014; Prigent *et al.*, 2012; Schroeder *et al.*, 2015), o aumentos debido a los humedales artificiales (Pekel *et al.*, 2016; Davidson, Fluet-Chouinard, y Finlayson, 2018), en un 30 % por los embalses y en un 20 % por los cultivos de arroz.

El índice de tendencias de la extensión de los humedales (WET, por sus siglas en inglés) (Dixon *et al.*, 2016), basado en una muestra que recopila más de dos mil series temporales de 1970 a 2015, muestra un descenso progresivo continuo. El análisis sugiere que entre 1970 y 2015, la disminución fue del 35 % en áreas de humedales naturales tanto marino-costeros como

continentales, que varía del 12 % (Oceanía) al 59 % (América Latina). La tasa media anual de pérdida de humedales naturales estimada por el índice WET es de 0,78 % al año, más de tres veces superior a la tasa media anual de pérdida de bosques naturales (0,24 % al año) entre 1990 y 2015 (FAO, 2016). Por el contrario, los humedales artificiales han aumentado desde los años setenta —incluso desde antes—, a veces a partir de la conversión de humedales naturales.

Los ecosistemas de agua dulce albergan más de 100 000 especies conocidas de peces, moluscos, reptiles, insectos, plantas y mamíferos, a pesar de cubrir menos del 1 % de la superficie de la Tierra. Están altamente amenazados y afectados por factores como la modificación, fragmentación y destrucción de hábitats, especies invasoras, pesca excesiva, contaminación por aguas residuales no tratadas, residuos industriales, residuos sólidos descargados a los ríos (4 billones de toneladas al año<sup>-1</sup>) la escorrentía agrícola, la erosión y los cambios en los sedimentos, la proliferación de enfermedades y el cambio climático, por lo que la tendencia en cuanto a calidad es negativa. De ahí que la combinación de estas amenazas haya provocado la disminución catastrófica de la biodiversidad de agua dulce —más del 30 % de las especies—. Por ejemplo, en el siglo xx, los peces de agua dulce vivieron la mayor tasa de extinción a escala mundial entre los vertebrados (Ramsar, 2018).

Desde la década de 1990, la contaminación del agua ha empeorado en casi todos los ríos de América Latina, África y Asia. Se prevé que el deterioro se agrave. Para 2050, es probable que un tercio de la población mundial esté expuesta a aguas con exceso de nitrógeno y fósforo, lo que dará lugar a un rápido crecimiento y descomposición de las algas que provocará la muerte de muchas especies. La contaminación por patógenos graves afecta a un tercio de los ríos de América Latina, África y Asia; en particular, las bacterias coliformes fecales han aumentado en las últimas dos décadas, al igual que la salinidad, incluso en las aguas subterráneas, lo que perjudica a la agricultura. De ahí que en la mitad de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), incluida Colombia, el agua de las zonas agrícolas contenga pesticidas por encima de los límites recomendados, lo que altera los servicios ecosistémicos

de humedales que superan con creces los de los ecosistemas terrestres (Ramsar, 2018, p. 5). La intensificación agrícola ha aumentado el uso de productos químicos en todo el mundo, ha alcanzado aproximadamente dos millones de toneladas/año. Muchas sustancias químicas pueden filtrarse a través del agua (Flury, 1996), lo que genera un problema a escala mundial (Bundschuh *et al.*, 2012; EEA, 2014; Luo *et al.*, 2009). Los efectos, por ejemplo, en los organismos del suelo, no han sido cuantificados en gran medida (Bünemann, Schwenke, y Van Zwieten, 2006). En casi la mitad de los países de la OCDE, las concentraciones de pesticidas en las aguas superficiales y subterráneas de las zonas agrícolas superan los límites nacionales recomendados (OCDE, 2014).

Cabe anotar que las características naturales de los humedales tienen a menudo importancia cultural y espiritual y ofrecen posibilidades recreativas y beneficios turísticos.

### Línea base sobre el estado nacional de las temáticas del foco

El foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos aborda cuatro componentes: 1) el recurso hídrico (agua); 2) el océano y sus ecosistemas marino-costeros e insulares; 3) los continentales dulceacuícolas; y 4) los recursos hidrobiológicos<sup>1</sup> —marinos y continentales—, dada la importancia que estos temas tienen en todos los niveles: científico, socioeconómico, en apropiación social y cultural, seguridad alimentaria —pesca y acuicultura—, transporte, turismo, biotecnología marina, proyección de la bioprospección, posibilidades en bioeconomía y regulación del clima, que debiera manifestarse en la práctica en políticas claras, aplicación de la normatividad, gobernanza y gobernabilidad.

---

<sup>1</sup> Según el Decreto Ley 2811 de 1974 Código de los Recursos Naturales Renovables y Protección del Medio Ambiente, Artículo 270: “Entiéndase por recursos hidrobiológicos el conjunto de organismos animales y vegetales cuyo ciclo de vida se cumple totalmente dentro del medio acuático, y sus productos”. Excluye los recursos pesqueros (Ley 13 de 1990. Estatuto General de Pesca y Acuicultura).

Es una premisa válida que la presencia de la especie humana en el planeta ha estado mediada por tres circunstancias: dos moléculas —agua y ADN— y la generación de una atmósfera biológica que surgió a partir de la fotosíntesis. Colmada la Tierra de ecosistemas y de organismos, el balance y su permanencia en el tiempo están garantizados por el agua, que es y será para la humanidad uno de sus mayores recursos, pero que en la actualidad tiene grandes problemas para su conservación. Por esto, en la Misión Internacional de Sabios 2019, el foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos la asumió como un tema central, pues sin el debido acatamiento a la jerarquización y cuidado que se debe tener en las hidrográficas respecto al flujo, la conectividad y la biogeoquímica (calidad del agua), es sabido que la biodiversidad llegará a niveles de extinción o, en el mejor de casos, a tener poblaciones biológicas bioacumuladoras y biomagnificadoras de elementos o compuestos contaminantes, que resultarían en poblaciones específicas bioindicadores de contaminación.

Además, teniendo en cuenta la importancia del agua para la vida y para las sociedades humanas en todos los aspectos de su desarrollo, los recursos que proporciona su biodiversidad y el estado de deterioro que presenta en todo el mundo y particularmente en Colombia, tanto en los cuerpos de agua continentales (ríos, lagos y aguas subterráneas) como marinas (costa, estuarios, mares y océanos), se consideró importante tenerla como punto inicial de cualquier análisis, pues se hace urgente que de los documentos y los diagnósticos se pase a la aplicación de la ciencia, la tecnología y la innovación como pilares en los cuales se puedan estructurar —no más políticas— programas que tiendan a su utilización sostenible y conservación, y como consecuencia de los recursos biológicos asociados.

## El agua en el planeta

El agua, al contrario de lo que se expresa en muchos textos y rezan muchas normas, no es un recurso natural renovable, a la fecha es mejor la expresión *natural-recuperable*, pues lo estamos llevando a niveles muy altos de contaminación y de sobreaprovechamiento, teniendo en cuenta que

contamos con 1400 millones de km<sup>3</sup>, no hay más agua y de ello depende la vida como hasta ahora la conocemos.

La demanda mundial de agua ha ido aumentando a un ritmo del 1% anual aproximadamente en función del aumento de población, el desarrollo económico y los cambios en los patrones de consumo, entre otros factores, y seguirá creciendo de manera significativa en las dos próximas décadas. La demanda industrial y doméstica de agua aumentará mucho más rápidamente que la demanda agrícola, aunque el sector agrícola seguirá siendo el principal consumidor de agua en el mundo. La gran mayoría de la creciente demanda de agua se producirá en países con economías emergentes o en desarrollo.

Al mismo tiempo, el ciclo global del agua se está intensificando debido al cambio climático: las regiones más húmedas se están volviendo más húmedas y las regiones secas se están volviendo aún más secas. En la actualidad, se estima que hay 3600 millones de personas (casi la mitad de la población mundial) que viven en áreas con riesgo de sufrir escasez de agua al menos un mes al año, y esta población podría llegar a alcanzar entre 4800 y 5700 millones en 2050 (Unesco, 2015; WHO y Unicef, 2017).

Las tendencias en cuanto a disponibilidad y calidad del agua van acompañadas de cambios previstos en los riesgos de inundaciones y sequías. Se prevé que el número de personas en riesgo debido a las inundaciones pase de los 1200 millones actuales a alrededor de los 1600 millones en 2050 (aproximadamente el 20% de la población mundial). Se estima que la población actualmente afectada por el deterioro de la tierra/desertificación y la sequía asciende a 1800 millones de personas, lo que la convierte en la categoría más significativa de *desastre natural*, debido a la mortalidad y al impacto socioeconómico (WHO y Unicef, 2017).

De hecho, nos enfrentamos al crecimiento insostenible y a la creciente demanda mundial de agua. La población mundial crece a un ritmo de unos 80 millones de personas al año y se prevé que alcance los 9100 millones en 2050, con 2400 millones de personas viviendo en África subsahariana (Undesa, 2013; WHO y Unicef, 2019).

El PIB mundial aumentó en promedio 3,5% anual de 1960 a 2012 (World Economics, 2014). Gran parte de este crecimiento económico ha tenido un coste social y ambiental significativo. Pues el crecimiento demográfico, la urbanización, la industrialización, el aumento de la producción y el consumo han generado una demanda de agua dulce cada vez mayor. Se prevé que en el 2030 el mundo tendrá que enfrentarse a un déficit mundial del 40% de agua en un escenario climático en que todo sigue igual (WWAP, 2009).

La cuestión es que hay agua suficiente como para satisfacer las necesidades crecientes del mundo, pero no la habrá si no cambiamos radicalmente el modo en que se usa, se maneja y se comparte el agua, el futuro es incierto. La crisis hídrica mundial es principalmente de gobernanza (WWAP, 2009; 2017), más que de disponibilidad de recursos.

Las demandas en competencia entre sí aumentan el riesgo de conflictos localizados y conllevarán decisiones cada vez más difíciles en lo que respecta a la asignación de los recursos y a limitar la expansión de sectores cruciales para el desarrollo sostenible. El nexo agua-alimentos-energía plantea decisiones políticas difíciles, y gestionar cada sector, tanto por separado como conjuntamente, implica hacer concesiones (WWAP, 2014).

De las 263 cuencas transfronterizas del mundo, 158 carecen de cualquier tipo de marco de gestión cooperativa. De las 105 cuencas hidrográficas con instituciones hídricas, aproximadamente las dos terceras partes incluyen a tres o más estados ribereños y, sin embargo, menos del 20% de los acuerdos que las acompañan son multilaterales (UNEP, 2002). Esta situación se agravará por el cambio climático que exacerbará los riesgos asociados con variaciones en la distribución y disponibilidad de los recursos hídricos.

Las aguas subterráneas abastecen de agua potable por lo menos al 50% de la población mundial y representan el 43% de toda el agua utilizada para el riego (FAO, 2010). A nivel mundial, 2500 millones de personas dependen exclusivamente de los recursos de aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades básicas diarias. Se estima que el 20% de los acuíferos mundiales están siendo sobreexplotados (Gleeson *et al.*, 2012), lo que tendrá graves consecuencias, por ejemplo, el hundimiento del suelo y la intrusión de agua salada (USGS, 2013).

Las pérdidas económicas debidas a los peligros relacionados con el agua han aumentado considerablemente en la última década. Desde 1992, las inundaciones, sequías y tormentas han afectado a 4200 millones de personas (el 95 % de todas las personas afectadas por todos los desastres) y han ocasionado 1,3 billones de dólares estadounidenses de daños (el 63 % de todos los daños) (UNISDR, 2018).

La disponibilidad de agua se enfrenta a las presiones de la contaminación. Se espera que la eutrofización de las aguas superficiales y de las zonas costeras aumente en casi todo el planeta hasta 2030 (Undesa, 2013). A nivel mundial, el número de lagos con floraciones de algas nocivas aumentará un 20 % por lo menos hasta 2050.

A nivel regional, se informa que el límite global de sostenibilidad ecológica de agua disponible para su extracción ha sido superado por una tercera parte aproximadamente de la población, y aumentará a cerca de la mitad hacia el año 2030 (WWAP, 2014; 2017).

En la mayoría de países, la financiación de las infraestructuras hídricas procede de los gobiernos, aunque muchos países en vías de desarrollo dependen todavía de las ayudas externas para financiar la gestión de los recursos hídricos y los servicios públicos. Más de la mitad de países con un índice de desarrollo humano bajo han informado que la financiación destinada al desarrollo y la gestión de los recursos hídricos procedente de los presupuestos de los gobiernos y de la ayuda oficial al desarrollo ha ido en aumento durante los últimos veinte años (Unesco, 2015; 2018). Desafíos como las crisis económicas, la escasez de alimentos y el cambio climático amenazan con socavar el progreso económico y social alcanzado en los últimos años.

Respecto al agua se puede hablar de esta y las tres dimensiones del desarrollo sostenible, ligadas a la pobreza, pues cerca de 1200 millones de personas viven en áreas donde el agua escasea físicamente (FAO, 2011; Unesco, 2015; 2018). El acceso limitado al agua por parte de las personas más pobres puede ser fruto no solo de condiciones económicas, sino también de presiones sociopolíticas, ambientales, de gobernanza, de capacidades humanas débiles y de una falta de infraestructuras (Molden, 2011).

Pero erradicar la pobreza extrema y el hambre ha sido la prioridad de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Se han hecho grandes avances en muchos países (como Brasil, China e India) para reducir la pobreza. Sin embargo, 1200 millones de personas en el 2012 vivían aún en la pobreza extrema (Lockhart y Vincent, 2013). Aunque los enfoques de gestión integrada de los recursos hídricos se guían por una preocupación equilibrada por la eficiencia económica, la sostenibilidad ambiental y la igualdad social, en la práctica, al objetivo de la igualdad social se le da menos prioridad a la hora de tomar decisiones relacionadas con la asignación de agua (WGF, 2014). Grupos comparativamente sin poder tienden a quedar excluidos del acceso al agua. El crecimiento no inclusivo, junto con la asignación inapropiada de recursos hídricos y servicios, y una demanda creciente de agua corren el riesgo de hacer que las sociedades sean más inestables y propensas a tensiones y conflictos.

La otra arista del problema es el desarrollo económico, pues las inversiones en infraestructuras hídricas son fundamentales para liberar todo el potencial de crecimiento económico en las etapas iniciales del desarrollo económico de un país. Una vez que los beneficios marginales del desarrollo posterior decrecen, el énfasis debe desplazarse paulatinamente hacia la construcción de capacidades humanas e institucionales para mejorar la eficiencia hídrica y la sostenibilidad, y garantizar los beneficios del desarrollo económico y social (United Nations, 2013).

El suministro de agua (cantidad y calidad) allí donde el usuario lo necesite debe ser fiable y predecible, para apoyar las inversiones sostenibles desde el punto de vista financiero en las actividades económicas. Ello requiere infraestructuras tanto materiales como inmateriales que se financien, exploten y mantengan de forma fiable. Las infraestructuras para reducir el riesgo de escasez de agua y gestionar los desastres relacionados con los recursos hídricos pueden hacer que los esfuerzos de un país para desarrollarse resulten más sostenibles al reducir su vulnerabilidad y/o aumentar la resiliencia de las economías ante acontecimientos extremos. Para evitar resolver un problema empeorando otro, es esencial entender cómo están vinculadas entre sí a través del agua distintas áreas de la economía (WWAP, 2009; 2014; 2017; FAO, 2010).

Las medidas de mejora de la gestión de los recursos hídricos han mostrado unas considerables ganancias económicas. Una inversión de entre 15 000 y 30 000 millones de dólares estadounidenses en la mejora de la gestión de los recursos hídricos en los países en desarrollo puede dar unos beneficios anuales directos del orden de los USD 60 000 millones de dólares estadounidenses. Cada dólar que se invierte en la protección de las cuencas hidrográficas puede ahorrar entre 7,5 y 200 dólares en costes para nuevas instalaciones de tratamiento y filtración de aguas (SIWI, 2005). De ahí que las políticas de apoyo a la generación de ingresos para los pequeños productores fomenten el crecimiento económico en las áreas rurales. Por ejemplo, se calculó la tasa interna de rendimiento de la inversión en el riego a gran escala en África central en el 12 %, mientras que la cifra correspondiente a la inversión en riego a pequeña escala en el Sahel se situó en el 33 % (Unesco, 2015; 2018).

De manera muy general se puede decir que, a nivel global, 844 millones de personas —1 de cada 9— viven sin tener acceso a agua segura; 159 millones dependen del agua de escorrentía para sus necesidades básicas; 2,3 viven sin accesos a servicios sanitarios. La escasez de agua, en términos de los riesgos a los que está expuesta la humanidad, ocupa el cuarto lugar; la población que vive sin conexión al agua en sus hogares es seis veces la población de Estados Unidos, por lo que mujeres y niños gastan mucho tiempo en su consecución, aproximadamente 266 millones de horas diarias. La crisis del agua significa crisis de la salud, por ello cerca de un millón de personas mueren cada año, por consecuencias asociadas a problemas sanitarios, de higiene o enfermedades. Cada dos minutos muere un niño por enfermedades asociadas al agua. La tercera causa de muerte de los niños es la diarrea y 1/3 de las escuelas carecen de acceso al agua básica y al saneamiento. Las pérdidas anuales debido a la falta de agua y saneamiento básico anualmente se estiman en USD 260 000 billones a nivel mundial. Los beneficios económicos anuales si se evitaban las muertes por la carencia de agua y saneamiento básico son de USD 18,5 billones (Graham, Hirai, y Kim, 2016; WHO, 2016; WHO y Unicef, 2017). Campañas como la liderada por la ONG Water.org han transformado la vida de 21 millones de personas que ahora tienen agua y saneamiento básico.

## El agua en Colombia

En la mente de los colombianos existe la idea —no del todo cierta— de que el país es una de las potencias hídricas del mundo. Pero, como todos los “mitos”, esta afirmación tiene algo de verdad y algo de falsedad. Colombia, efectivamente, fue durante mucho tiempo el sexto país con más agua, pero según la Universidad Nacional de Colombia, en 2015, cuando no solo se analizó la abundancia de este recurso, sino su calidad y disponibilidad para la población, el país cayó 18 puestos y terminó en el lugar 24.

El agua en Colombia, aunque es abundante, no llega por igual a todos sus pobladores. Los ríos, aunque se extienden como telarañas por el territorio, están siendo contaminados y, con el cambio climático, los patrones de precipitación cada vez son más impredecibles y extremos. De hecho, el *Informe nacional del agua* (Ideam, 2014) muestra que en las cuencas Magdalena-Cauca y Caribe, donde vive 80% de la población y se produce 80% del PIB nacional, solo está disponible el 21% de la oferta hídrica superficial. Cifra que demuestra que el país no solo tiene el reto de establecer sistemas de acueductos para evitar la contaminación, sino que además debe esforzarse por proteger los recursos hídricos que permiten que los ecosistemas y sus recursos se mantengan y sirvan de manera segura para el consumo de los pobladores. De manera que a pesar de ser uno de los países con más abundancia hídrica, en las zonas con mayor población el recurso es escaso y tiene menor calidad.

Por esto, cuando se habla de “seguridad hídrica” se consideran tres factores. El primero es la disponibilidad de agua suficiente para el abastecimiento humano, las actividades productivas y la protección de ecosistemas; el segundo es la capacidad para manejar este recurso de forma sostenible y con participación de los sectores que la usan; y el tercero es mantener un nivel de riesgo que sea aceptable para los habitantes, la economía y el medio ambiente. Si esto no sucede, un recurso que se cree abundante también se agota, o se vuelve no apto para el consumo, como ocurre en Colombia, donde solo hay agua en buenas condiciones para el 15% de la población (Ideam, 2014).

El Ideam (2013) realizó una zonificación del territorio en áreas, zonas y subzonas hidrográficas del país, considerando la delimitación, distribución y jerarquización de las cuencas con el propósito de facilitar la gestión del recurso hídrico y la integración de las variables incorporadas y analizadas en el Sistema de Información de Recurso Hídrico (SIRH) y en el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Igualmente se vinculó en el análisis la información desarrollada por el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH) en el marco del convenio “Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol”, relacionada con la probabilidad de colapso de ecosistemas acuáticos y terrestres, así como registros biológicos, su distribución, riqueza e integridad.

El Ideam (2013) definió cuarenta zonas hidrográficas, que cuentan con información cartográfica espacializable 38 (figura 1), y que deben ser priorizadas para su atención.

Estas zonas hidrobiológicas facilitan la identificar prioridades y definir acciones concretas que atiendan las problemáticas diferenciales que las aquejan. En el tema de información biológica no se cuenta con registros para las regiones de Orinoquía y Amazonía, los cuales deben ser complementados con la información generada por el proyecto Socios para la Conservación de la Amazonía Colombiana<sup>2</sup> y los trabajos desarrollados por Institutos de investigación, universidades y ONG, con el propósito de contar con caracterización hidrobiogeográfica de todo el territorio nacional.

De otra parte, en la definición de las medidas y acciones que se desarrollen sobre los ecosistemas acuáticos es necesario acoger la propuesta de jerarquización de las intervenciones, planteada en el *Manual de compensaciones por pérdida de biodiversidad en ecosistemas acuáticos* (MADS y ANLA, 2014),

---

2 Esta iniciativa, financiada por USAID y HED, se propone fortalecer la investigación y la educación de las instituciones académicas que trabajan por la conservación de la biodiversidad en la región amazónica. En este proyecto participan cuatro universidades: Florida International University (Miami, Florida, Estados Unidos), Pontificia Universidad Javeriana (Bogotá, Colombia), Universidad de la Amazonía (Florencia, Colombia) y Universidad Nacional de Colombia, sede Amazonia (Leticia, Colombia).

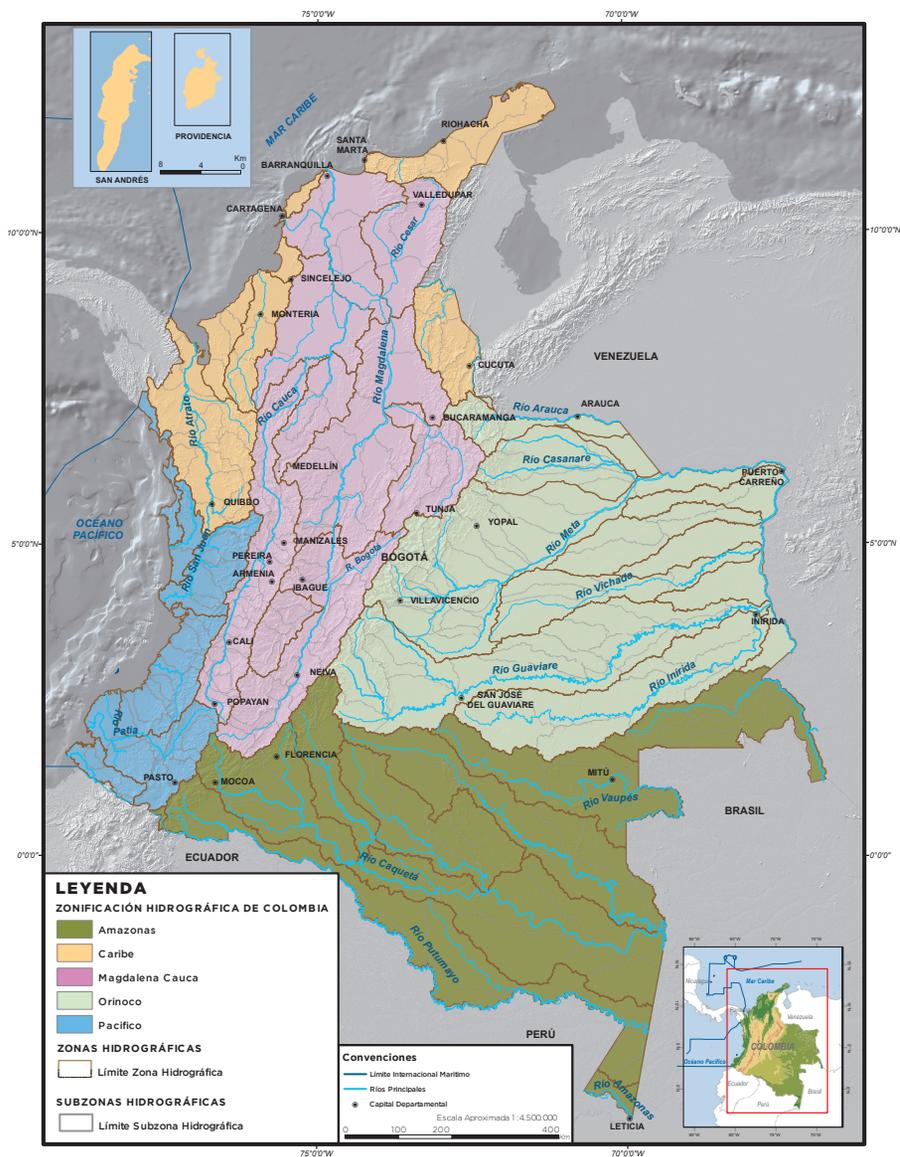
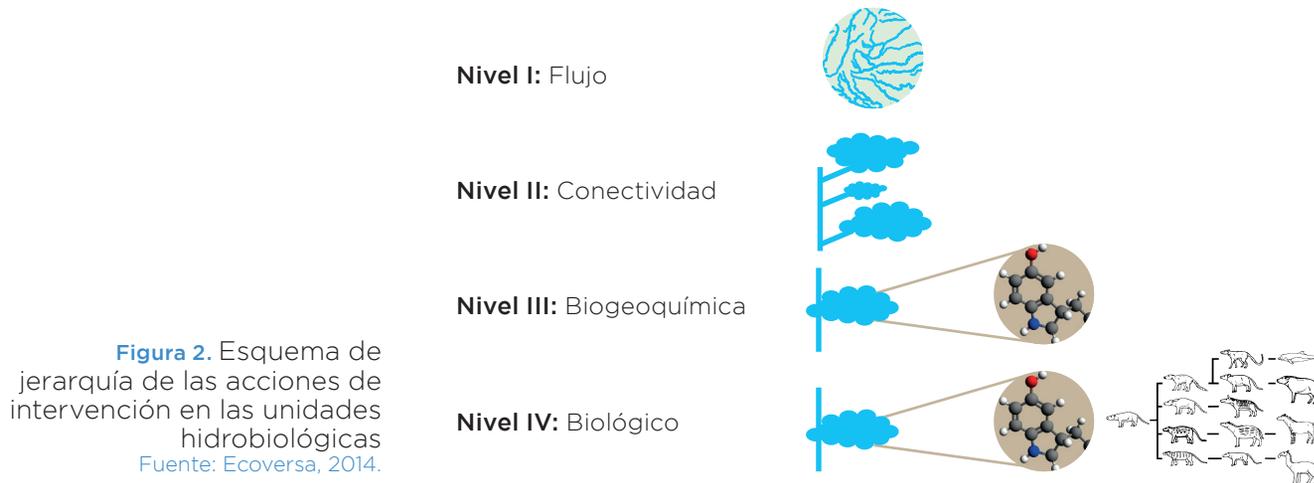


Figura 1. Propuesta metodológica de zonas hidrográficas  
Fuente: Ideam, 2013.

el cual establece un orden, en el que en primera instancia las acciones deberán procurar el mantenimiento o mejoramiento del flujo hídrico; luego la hidráulica o conectividad de los ecosistemas; posteriormente el mejoramiento de las condiciones biogeoquímicas del recurso hídrico (calidad del agua); y en última instancia, aquellas que mejoren las condiciones biológicas en el área, como consecuencia de las tres anteriores. Esto con el propósito de implementar medidas eficientes desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad. Los niveles jerárquicos propuestos deben considerarse en estricto orden, en el entendido que, una vez restituido o garantizado el flujo hídrico, las demás acciones a desarrollar tendrán mayor factibilidad de alcanzar los objetivos de la compensación o la no pérdida neta de biodiversidad. De la misma forma, y siguiendo el orden sugerido, se deben abordar las etapas subsiguientes. En resumen, resultaría poco eficiente intervenir en las condiciones biológicas o de calidad del agua si las actividades para garantizar el flujo hídrico y la conectividad hidráulica del sistema no han sido instauradas o restablecidas previamente.

En la figura 2, de manera esquemática, se muestra la jerarquía de las acciones de actuación de obras, proyectos y actividades sobre los cuerpos de agua nacionales:



**Figura 2.** Esquema de jerarquía de las acciones de intervención en las unidades hidrobiológicas  
Fuente: Ecoversa, 2014.

Respecto al nivel 1, “Flujo hídrico”, las acciones deberán orientarse a garantizar, mejorar o recuperar el buen estado de un ecosistema dulceacuícola respecto a la hidrología (flujo) y a las funciones que cumple (servicios ecosistémicos), así como al aseguramiento de un caudal ambiental que permita el desarrollo de las comunidades bióticas en el área.

En el nivel 2, “Mantenimiento/mejoramiento del sistema hidráulico y la conectividad de los ecosistemas dulceacuícolas”, las acciones deberán garantizar movimientos activos, pasivos y de transferencia de energía, nutrientes y sedimentos, entre otros. Esto con el propósito de mantener las relaciones ecológicas e hidráulicas entre los ecosistemas lóticos y lénticos, y de los mismos ecosistemas terrestres beneficiados (bosques riparios, inundables, meandros, ciénagas por la conectividad (lateral y longitudinal) y el flujo hídrico.

En relación con el nivel 3, “Condiciones biogeoquímicas”, las actividades deben dirigirse a mejorar/restablecer y mantener las condiciones de calidad del agua buscando la eliminación, tratamiento y disposición final adecuada de residuos líquidos y sólidos a los ecosistemas dulceacuícolas de cualquier fuente en el área de influencia del proyecto, obra o actividad.

Finalmente, en el nivel 4, “Condiciones biológicas”, una vez restablecidos el flujo, la conectividad y la calidad del agua, las actividades en este nivel se deben dirigir hacia el mejoramiento de procesos ecológicos, poblaciones y comunidades de organismos. Las acciones podrán estar basadas en la adición de especies (plantas, animales o microorganismos) o materiales ambientalmente adecuados (fertilizantes, materia orgánica, etc.). Por ejemplo, la siembra de especies puede facilitar o generar un efecto positivo de una especie sobre el crecimiento, supervivencia y desarrollo de otra(s) especie(s), en comparación con unas condiciones existentes en el ambiente exterior. Estas interacciones positivas entre organismos son uno de los principales procesos que influyen sobre la organización, estructura y dinámica de las comunidades vegetales, y son especialmente relevantes en ambientes caracterizados por un fuerte estrés ambiental.

## Recursos hídricos continentales y sus ecosistemas

Según el Ideam (2007a; 2007b), Colombia posee 1 137 814 km<sup>2</sup> de área continental, para un total de 114 049 388 ha en ecosistemas continentales (MADS, 2012). A su vez, el Plan Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), soportado en estimativos del Ideam (2010b), consigna que el rendimiento hídrico promedio en el país es de 63 l/s-km<sup>2</sup>, seis veces mayor que el promedio mundial (10 l/s-km<sup>2</sup>) y tres veces el de América Latina (21 l/s-km<sup>2</sup>). El volumen total de la precipitación del país asciende a 3700 km<sup>3</sup>/año, del cual el 61 % se convierte en escorrentía superficial (caudal medio de 71 800 m<sup>3</sup>/s o 2265 km<sup>3</sup>/año) (Ideam, 2010b). El Pacífico es la región con mayor rendimiento hídrico del país (124 l/s-km<sup>2</sup>); seguido del Orinoco, el Caribe (55 l/s-km<sup>2</sup>); el Catatumbo y la cuenca del río Grande La Magdalena-Cauca (46 l/s-km<sup>2</sup> y 35 l/s-km<sup>2</sup>) (Ideam, 2010b; 2014).

Respecto a los cuerpos de agua lénticos, el país posee 831 163,7 ha, de las cuales 397 613,7 ha corresponden a ciénagas, 56 042 ha a embalses; 123 412 ha a lagunas y 258 273 ha a pantanos. La cuenca Magdalena-Cauca es la región que mayor extensión de cuerpos lénticos presenta (48 %), seguida del área geográfica del Amazonas y el Orinoco (22 % cada una) (Ideam, 2010b). De otra parte, la oferta de agua subterránea en el país es del orden de 5848 km<sup>3</sup>, siendo la provincia hidrogeológica de los llanos orientales la de mayor oferta (239,06 m<sup>3</sup>x10<sup>10</sup>), seguida de la Cordillera Oriental (90,07 m<sup>3</sup>x10<sup>10</sup>) y Caguán-Putumayo (66,11 m<sup>3</sup>x10<sup>10</sup>) (Ideam, 2010b; 2014).

A su vez, el Himat elaboró en 1985 el inventario de cuencas con el objeto de reconocer las que eran menores a 10 km<sup>2</sup>, lo que permitió zonificar el país en doce regiones con características homogéneas similares en patrón de drenaje. Se utilizó ploteo para estimar el número aproximado de cuencas hidrográficas, geomorfológicas y fisiográficas representativas, estudio que según el Ideam se considera como un importante ejercicio para satisfacer la necesidad de conocer el número total de cuencas dentro de un rango de área seleccionado. En este ejercicio se encontró que la zona hidrográfica del

Caribe alberga 45 subcuencas y 25 910 cuencas; el Magdalena-Cauca 103 subcuencas y 64 074 cuencas; el Orinoco 82 subcuencas y 22 867 cuencas; el Amazonas 78 subcuencas y 72 428 cuencas; y el Pacífico 35 subcuencas y 97 500 cuencas. Cifras que arrojan un total de 343 subcuencas y 742 705 cuencas a nivel nacional (Ideam, 2002).

De acuerdo con la revisión de información relacionada con ecosistemas de agua dulce y servicios ambientales asociados, el análisis de métodos (a nivel nacional y/o internacional) para la generación de mapas de ecosistemas de agua dulce y con la información disponible en Colombia, se elaboró un mapa de ecosistemas de agua dulce a escala 1:100 000. Este mapa es consistente y en algunos casos complementa la propuesta realizada por el Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi, 2012), al sugerir que para la clasificación y mapeo de ecosistemas de agua dulce se parta de la leyenda nacional de coberturas de la tierra metodología *Corine Land Cover* adaptada para Colombia escala 1:100 000, específicamente lo referente al quinto capítulo, “Superficies de agua continentales”. Adicional a la propuesta presentada por el Sinchi (2012), es importante consolidar un mapa de ecosistemas de agua dulce, considerando el tercer capítulo “Bosques y áreas seminaturales”, específicamente los análisis correspondientes a bosques inundables y herbazales inundables, y el cuarto capítulo relacionado con “Áreas húmedas” (figura 1; Ecovera, 2014).

## El balance hídrico en Colombia

Por su localización geográfica, su orografía y una gran variedad de regímenes climáticos, Colombia se ubica entre los países con mayor riqueza en recursos hídricos en el mundo. Sin embargo, cuando se considera en detalle que la población y las actividades socioeconómicas se ubican en regiones con baja oferta hídrica, que existen necesidades hídricas insatisfechas de los ecosistemas y que cada vez es mayor el número de impactos de origen antrópico sobre el agua, se concluye que la disponibilidad del recurso es cada vez menor.

Según estimaciones del Ideam, en Colombia la precipitación media anual es de 3000 mm con una evapotranspiración real de 1180 mm y escorrentía medial anual de 1830 mm. Teniendo en cuenta lo anterior, del

volumen de precipitación anual 61 % se convierte en escorrentía superficial, lo que genera un caudal medio de 67 000 m<sup>3</sup>/s, equivalente a un volumen anual de 2084 km<sup>3</sup> que escurren por las cinco grandes regiones hidrológicas que caracterizan el territorio nacional continental, de la siguiente forma: 11 % en la región Magdalena-Cauca, 5 % en la región del Caribe, 18 % para la región del Pacífico, 34 % en la región de la Amazonía y 32 % en la región de la Orinoquía.

## Oferta y disponibilidad del agua

### Aguas superficiales

Estimaciones realizadas por el Ideam en sus diferentes estudios anotan que la escorrentía superficial *per cápita* total del país es de 57 000 m<sup>3</sup> al año, en cuanto a la oferta neta en la cual se incorporan reducciones tanto por alteración de la calidad como por regulación natural, se alcanzan apenas los 1260 km<sup>3</sup> que corresponden a una disponibilidad de 34 000 m<sup>3</sup> por persona al año. En las condiciones de año seco consideradas, esta disponibilidad se reduce a 26 700 m<sup>3</sup> por persona al año.

La abundancia hídrica colombiana puede ser cuantificada mediante valores de escorrentía y rendimientos, se manifiesta mediante una densa red fluvial superficial (con una oferta de 2084 km<sup>3</sup> de escorrentía anual que equivale a un caudal de 67 000 m<sup>3</sup>/s) que, dependiendo de determinadas condiciones, es favorable para el almacenamiento de aguas subterráneas. Adicionalmente, se han estimado 38 km<sup>3</sup> almacenados en ciénagas, lagunas, lagos y embalses (MAVDT, 2010). Cada segundo circulan en el país 58 litros de agua por kilómetro cuadrado, tres veces más que el promedio para Suramérica y seis veces más que el promedio mundial.

Como se mencionó anteriormente, en Colombia la oferta natural no se distribuye homogéneamente, por lo cual, se presentan zonas con sobreabundancia y otras con escasez, debido a la alta variabilidad espacial y temporal. Este contraste se evidencia cuando se analiza el mapa de escorrentía promedio anual, donde se observan láminas de escorrentía que, como es el caso de la región Pacífica, van desde los 2000 mm hasta los

6000 mm al año, mientras que en la región Caribe se presentan valores desde 0 mm hasta 1500 mm.

La variabilidad espacial de la escorrentía en el país es un factor favorable para el almacenamiento de aguas subterráneas. Adicionalmente, se han estimado 38 km<sup>3</sup> almacenados en ciénagas, lagunas, lagos y embalses (MAVDT, 2010). La oferta natural ambiental almacenada de 38 km<sup>3</sup> supera con creces las capacidades actuales de almacenamiento artificial del país, que consta de 7 km<sup>3</sup> en reservorios y embalses, por lo que estos almacenamientos naturales deben protegerse debido a las ventajas comparativas que presentan para el manejo de los excesos y deficiencias de agua.

La riqueza hídrica colombiana también se manifiesta en la favorable condición de almacenamiento superficial, representada por la existencia de cuerpos de agua lénticos, distribuidos en buena parte de la superficie total y por la presencia de enormes extensiones de humedales. Del volumen total de escorrentía anual, 1,81 % se almacena superficial y temporalmente de la siguiente manera: 0,47 % en pantanos, 1,30 % en lagos naturales y 0,04 % en los páramos, lo que la constituye en la oferta de almacenamiento ambiental que bajo ciertas condiciones racionales es utilizada, bien para otros usos productivos o para el funcionamiento de los sistemas naturales (MAVDT, 2010).

Haciendo un breve análisis por regiones de la variabilidad espacial de la escorrentía en el país se tiene que:

- La región Magdalena-Cauca se caracteriza por presentar valores de escorrentía media de 1000 mm, donde se destaca hidrográficamente la sabana de Bogotá con una baja oferta hídrica entre 400 y 700 mm al año, sin embargo, es la zona del país que tiene mayor presión antrópica. De otro lado, el medio y bajo Magdalena alcanzan valores medios de escorrentía de 1100 mm y 450 mm, respectivamente, mientras que el alto Cauca presenta valores medios de escorrentía de 1000 mm, el medio Cauca alcanza 1500 mm y el bajo Cauca, en su desembocadura en el río Magdalena, llega a los 1700 mm. Los rendimientos hídricos en la cuenca varían entre 10 y 92 l/seg/km<sup>2</sup>, comparativamente bajos frente a los estimados en las demás regiones del país (MAVDT, 2010).

- La región Caribe se caracteriza por la heterogeneidad en su relieve, allí se encuentra la Sierra Nevada de Santa Marta con valores de escorrentía de 1000 mm; el departamento de La Guajira, en contraste, presenta valores desde 25 mm (en la media y alta Guajira) hasta 200 mm en el piedemonte de la Sierra Nevada y, al sur, la cuenca hidrográfica del Catatumbo cuya escorrentía oscila entre 750 mm para la parte alta y 2700 mm en la media (MAVDT, 2010).
- La región de la Orinoquía, representada por las cuencas altas de los ríos Arauca y Casanare, registra escorrentías medias en la parte alta de 4400 mm, mientras que en la sabana araucana desciende a los 1400 mm, en la zona central (sabanas de los Llanos Orientales y cuencas altas de los ríos Meta y Guaviare) alcanza valores entre los 2200 mm y 2400 mm, en las laderas de la cordillera Oriental presenta valores entre 1400 mm y 1700 mm (MAVDT, 2010).
- La región amazónica abarca las cuencas de los ríos Caquetá, Putumayo, Vaupés y Guainía, la escorrentía media en la zona de pie de monte oscila entre los 3000 y 4200 mm, mientras que en el área selvática presenta 1500 y 3000 mm; en las zonas fronterizas del oriente colombiano fluctúa entre 1700 y 1900 mm (MAVDT, 2010).
- En la región del Pacífico, conformada principalmente por las cuencas de los ríos Patía, San Juan, Micay, Baudó y Atrato, la escorrentía varía entre los 3000 y 5200 mm, a excepción del río Patía que presenta en la parte alta 1100 mm y en la baja 2500 mm (MAVDT, 2010).

Por lo anterior, se debe resaltar que, para la alta y baja Guajira, el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, y la sabana de Bogotá, las condiciones de escorrentía son las más desfavorables, en contraste con las regiones de la Orinoquía, Amazonía y Pacífico (con excepción de la cuenca del Patía) que presentan condiciones de superávit de escorrentía.

Es necesario destacar que la distribución heterogénea de la oferta de agua, de la población y de las actividades económicas en las diferentes regiones del país hacen que la relación oferta-demanda sea menos favorable en aquellas zonas donde los rendimientos hídricos son menores y mayores las concentraciones de demanda. Esta situación se suma a que más del 80%

de los asentamientos urbanos de los municipios se abastecen de fuentes muy pequeñas, de baja capacidad de regulación, como arroyos, quebradas, riachuelos, etc., que no cuentan con sistemas de almacenamiento; lo que genera que una buena parte de la población y su abastecimiento de agua sean altamente vulnerables.

Con respecto a los sedimentos, el sistema hídrico colombiano transporta anualmente 300 millones de toneladas de sedimentos en suspensión, entre las cuales el río Grande de La Magdalena contribuye con 138 millones, el río Meta con 44 millones, el río Guaviare con 28 millones y el río Patía con 19 millones (Posada y Henao, 2008; MAVDT, 2010).

### Aguas subterráneas

La mayor parte de los recursos hídricos utilizables en el planeta se encuentran en el subsuelo, Colombia cuenta con gran potencial de aguas subterráneas (Ingeominas, 2004). Ingeominas resalta, en el Mapa Hidrogeológico de Colombia (1986) y en el Atlas Hidrogeológico (2007), que aproximadamente el 75 % del territorio cuenta con zonas favorables para el almacenamiento de agua subterránea, especialmente en formaciones sedimentarias de edades Cuaternaria, Terciaria y Cretácica, calculando a manera de pronóstico que las zonas con mayor potencial abarcan alrededor de un 36 % del área del país (415 000 km<sup>2</sup>).

Según menciona Ingeominas (1997), solo se han realizado estudios relacionados con este componente en alrededor de 5 % del área total del territorio, pero esta cifra puede aumentar aproximadamente un 10 %, según el Programa de Exploración de Agua Subterránea (Pexas). Estos estudios cubren especialmente las zonas con escasa oferta hídrica superficial, fundamentalmente la Costa Atlántica; también existen estudios regionales en la sabana de Bogotá, el Valle del Cauca, Norte de Santander, Tolima y Huila; asimismo, algunas de las autoridades ambientales regionales han realizado investigaciones en las áreas de su jurisdicción.

Actualmente el Pexas adelanta exploraciones hidrogeológicas en Santander, Valle del Patía, Nariño y Llanos Orientales; existen zonas inexploradas como la Orinoquía, la Amazonía y el Chocó, con características favorables para la acumulación de agua subterránea.

Ingeominas estimó, en el año 1997, recursos dinámicos de 10,5 km<sup>3</sup>/año en las áreas con mejores posibilidades de explotación de agua subterránea, lo que presentaba el recurso como alternativa de abastecimiento a emergencias naturales como sequías originadas por el fenómeno de El Niño; también reportó reservas de 140 868 km<sup>3</sup>, para todo el país, tomadas de un estudio de la Universidad Nacional de Colombia (Guauque, 1991). Con respecto a los recursos y reservas en el Atlas Hidrogeológico, se estiman recursos de 4,3 km<sup>3</sup>/año y reservas pasivas de 3118 km<sup>3</sup>, correspondientes a algunos acuíferos, ya que sobre la mayoría no se tiene dicha información. Estas cifras no son comparables debido a que evalúan áreas diferentes.

El documento de Ingeominas (1997) considera los acuíferos regionales de gran extensión, agrupándolos en 15 áreas con las mejores posibilidades de explotación en sedimentos y rocas sedimentarias, excepto los acuíferos locales y de baja porosidad. La oferta de agua subterránea de las áreas mejor estudiadas cubre 414 375 km<sup>2</sup>. Estos datos muestran que el 36% de los recursos dinámicos se encuentra en la cuenca de los ríos Atrato y San Juan, seguido de la cuenca del río Cauca, con 25% y el altiplano cundiboyacense con el 10,5%, lo que indica que el 75% de los recursos hídricos subterráneos del país se encuentran en estas tres zonas. Por la incertidumbre de las cifras presentadas se requiere generar en el país información hidrogeológica de carácter regional, que permita integrar y evaluar el conocimiento de las cuencas hidrogeológicas, para efectos de estimar la oferta de manera más precisa.

### Aguas marinas y estuarinas

El océano cubre 70,8% de la superficie de nuestro planeta, con cerca de 510 millones de km<sup>2</sup> y, junto con los hielos marinos, representa el 97,95% del agua sobre la Tierra. Colombia tiene 1 141 748 km<sup>2</sup> en su parte continental (56%) y 919 376 km<sup>2</sup> en su territorio marítimo (44%), distribuidos en 540 876 km<sup>2</sup> en el mar Caribe y 378 500 km<sup>2</sup> en el océano Pacífico, lo que constituye una inmensa riqueza que incluye la producción de oxígeno, recursos pesqueros, líneas de comunicación marítima, energía renovable y no renovable, entre otros. Por esta razón, las aguas jurisdiccionales, la plataforma continental y los espacios costeros son áreas en las cuales se

realizan diferentes tipos de actividades y procesos como: turismo, pesca, transporte marítimo, exploración y explotación minera, generación de energías alternativas, conservación y recuperación de la diversidad biológica, la ciencia, tecnología e innovación, la cultura marítima, el cambio climático global y la gobernabilidad, entre otros (Meisel, 2005; MAVDT, 2010) (figura 3).

### Humedales, ciénagas y embalses

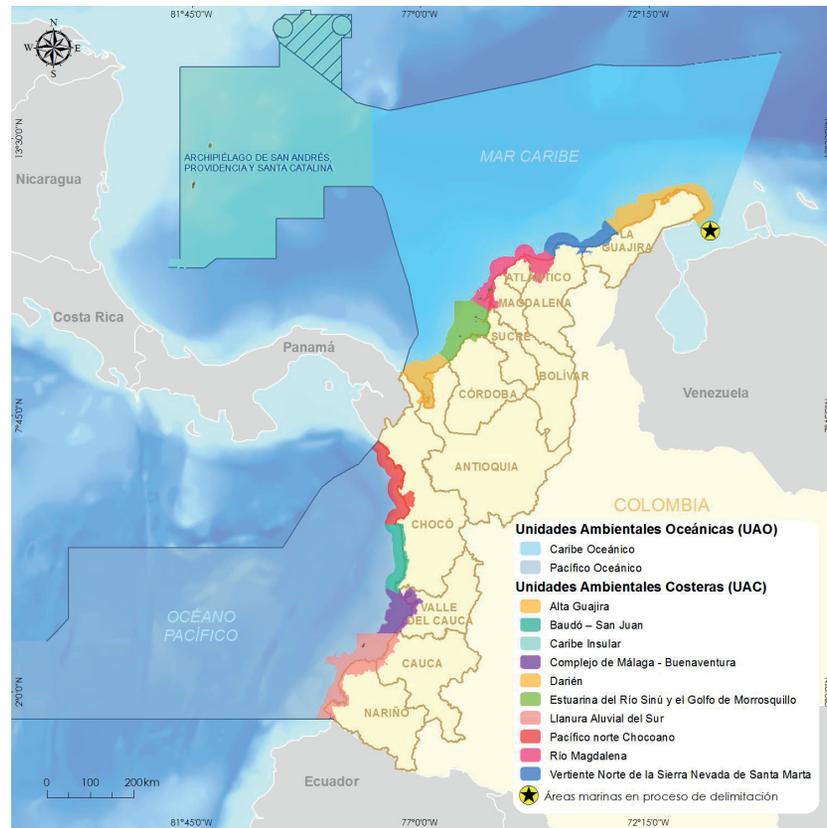
En lo que respecta a otros ecosistemas que albergan grandes cantidades de agua, como ciénagas y cuerpos de agua similares, se destaca que existen 5 622 750 ha, las cuales se encuentran principalmente en los departamentos de Bolívar y Magdalena. Las lagunas representan cerca de 22 950 ha y las sabanas inundables cubren una superficie total aproximada de 9 255 475 ha, ubicadas en los departamentos del Amazonas, Guainía y Guaviare. Los bosques inundables representan aproximadamente 5 351 325 millones de ha y se localizan en la Orinoquía, Amazonía, bajo Magdalena y, en menor medida, en el Pacífico (MAVDT, 2010).

Buscando una escala de caracterización preliminar de los principales humedales colombianos para representar la diversidad biogeográfica, tipológica y funcional se han identificado 27 complejos de humedales continentales, de acuerdo con las condiciones topográficas e hidrográficas (MMA, 2002).

De las cinco grandes regiones naturales del país (Caribe, Pacífica, Andina, Orinoquía y Amazonía), la región Caribe es de gran importancia por la presencia del 71 % de humedales de carácter permanente o semipermanente, entre los que se destacan, en orden de importancia, el complejo de la Depresión Momposina, el del Magdalena Medio y el del río Atrato.

### Glaciares

Según el Ideam, en Colombia existen actualmente seis masas glaciares de tamaño relativamente pequeño que ocupan un área de aproximadamente 48 km<sup>2</sup>, que corresponden entre el 2 % y 3 % de los glaciares tropicales en Suramérica: Sierra Nevada de Santa Marta; Sierra Nevada del Cocuy; volcán Nevado del Ruiz; volcán Nevado de Santa Isabel; volcán Nevado del Tolima y volcán Nevado del Huila. Estos seis glaciares o nevados, como se suelen llamar localmente, están distribuidos en las cordilleras Central



**Figura 3.** Marco geográfico y áreas marino-costeras, estuarinas e insulares de Colombia

Fuente: Invermar, 2020.

		REGIÓN		TOTAL
		Caribe	Pacífico	
Área emergida de la zona costera (km <sup>2</sup> )	Subtotal	1.932	1.599	
	Continental	7.594	8.435	
	Insular del margen continental	30	20	16.128
	Insular Oceánico	49	1	
	Subtotal	7.673	8.456	
Extensión de aguas jurisdiccionales (km <sup>2</sup> )	Extensión de aguas costeras	30.219	21.205	
	Extensión de aguas oceánicas	501.935	338.744	892.102
	Subtotal	532.154	359.948	

(volcánica), Oriental (rocas sedimentarias) y en la Sierra Nevada de Santa Marta, esta última con las masas de hielo más septentrionales del país. Por su ubicación latitudinal, los glaciares de la zona ecuatorial han sido considerados como un excelente laboratorio para estudiar el calentamiento de la baja atmósfera, debido a la variabilidad climática de esta franja y a la consecuente susceptibilidad de estas masas de hielo ante estas variaciones.

Los datos de cambio de área glaciar en Colombia indican una rápida deglaciación especialmente en las tres últimas décadas, con pérdidas de 3 % a 5 % de cobertura por año y retroceso del frente glaciar de 20 a 25 metros por año. De persistir el calentamiento atmosférico y con estas tendencias actuales de derretimiento, es probable que en tres o cuatro décadas los nevados colombianos se extingan o exista una muy pequeña masa glaciar en los picos más altos.

Actualmente, el límite inferior glaciar se encuentra entre los 4700 y 4800 metros de altitud, dependiendo de las características topográficas y climáticas locales.

## Páramos

Los ecosistemas de la alta montaña son determinantes y estratégicos por su gran potencial de almacenamiento y regulación hídrica, recarga de acuíferos y por ser el lugar de nacimiento de los principales sistemas hídricos de abastecimiento de la población. De acuerdo con los estimativos realizados a partir del balance hídrico, el ecosistema de alta montaña tiene un área de 4 686 751 ha y cuenta con un volumen 66,5 km<sup>3</sup>/año, que corresponde a un caudal de 2109 m<sup>3</sup>/s. En la alta montaña y en particular la franja entre los 3000 y 4000 msnm, se encuentran los 34 ecosistemas de páramo del país, que cubren un área total de 1 933 000 ha, y cuya función hidrológica se centra en la captación, recepción, almacenamiento y regulación del agua (Ideam, 2002).

## La demanda del recurso hídrico

En estimaciones realizadas por el Ideam, la demanda para el desarrollo de las actividades socioeconómicas en Colombia se representa principalmente

mediante los siguientes usos: agrícola, doméstico, industrial, pecuario y servicios; el uso que presenta un mayor porcentaje es el agrícola con el 54 %, el doméstico representa el 29 % y el industrial el 13 %, en menor escala se encuentran el pecuario y el de servicios, con porcentajes del 3 % y el 1 % respectivamente (MAVDT, 2010).

De acuerdo con los cálculos realizados por el Ideam y como se representa en el mapa de demanda total de agua por municipio, las ciudades con mayor demanda de agua doméstica son Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla y Cartagena. Con respecto a la demanda para uso agrícola, que además de la precipitación requiere 4,05 km<sup>3</sup> para el riego de los cultivos (Ideam, 2004), esta se concentra principalmente en los departamentos de Tolima, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Nariño, Norte de Santander, Santander y Valle del Cauca. La mayor demanda requerida por la industria se concentra en los centros industriales como Bogotá, Medellín, Barranquilla y Cali.

La isla de San Andrés, la alta y media Guajira y los departamentos de Sucre y Tolima utilizan básicamente el agua subterránea para abastecimiento doméstico; el Valle del Cauca, la sabana de Bogotá, el Urabá antioqueño, la zona bananera de Santa Marta y Huila, lo utilizan para uso agrícola o industrial. La mayor cantidad de captaciones en el país se realiza de acuíferos someros, relacionados con valles de los ríos principales y son usados para abastecimiento doméstico, como en el caso de los Llanos Orientales, Cesar, numerosas poblaciones de la Costa Atlántica y a lo largo del valle del río Grande de La Magdalena, donde se convierte en una de las principales fuentes abastecedoras en las zonas rurales por su fácil captación (MAVDT, 2010).

### Calidad del recurso hídrico superficial

Entre los años 2005-2008 se realizó seguimiento a la calidad del recurso hídrico superficial por medio de 1880 muestreos con datos completos para permitir el cálculo del índice de calidad del agua para corrientes superficiales (ICACOSU) mediante variables básicas que dan cuenta de diferentes orígenes de contaminación, como el porcentaje de saturación de oxígeno

disuelto (OD), los sólidos totales en suspensión, la demanda química de oxígeno, la conductividad eléctrica y el pH, en 140 corrientes, 90 de las cuales pertenecen a la red básica del Ideam (MAVDT, 2010).

El monitoreo de 434 estaciones ubicadas en 48 afluentes principales de la cuenca del río Grande de La Magdalena, 28 de los cuales tributan a la cuenca alta, 17 a la cuenca media, 3 a la cuenca baja, y 26 afluentes directos del río Cauca, se realizó principalmente durante la vigencia de un convenio interadministrativo con Cormagdalena.

De las estaciones mencionadas, 249 cuentan con un único monitoreo en el marco del convenio; de las 185 estaciones restantes, 150 se han visitado con una frecuencia media de 10 veces en los siguientes cuatro años y 35 de ellas con una frecuencia promedio menor de 4 veces.

Los resultados del índice de calidad del agua (ICA)<sup>3</sup> indican que en la cuenca alta del río Grande de La Magdalena los sitios que muestran mayor afectación son los tramos del río Bogotá en el Distrito Capital, en los municipios de Apulo, Tocaima y Girardot, así como los afluentes entre Girardot y Nariño, por la presencia del relleno sanitario, y el río Páez, por su ubicación en una zona muy vulnerable a los movimientos de remoción en masa. En el peor escenario, el ICA presenta mala calidad del agua también en el río Yaguará, a su paso por el municipio del mismo nombre, como consecuencia de procesos erosivos, y el río Combeima, cuando circunda la ciudad de Ibagué. Es importante anotar que el índice no necesariamente refleja la contaminación relacionada con los vertimientos difusos agrícolas por cuanto no incluye parámetros como el nitrógeno y el fósforo (MAVDT, 2010).

En el Medio Magdalena, la calidad promedio es mala a su paso por Barrancabermeja, Puerto Triunfo y Puerto Salgar, donde las actividades socioeconómicas aportan niveles significativos de demanda química de oxígeno (DQO), sólidos en suspensión y algunas veces de conductividad

---

3 El ICA reduce grandes volúmenes de datos de campo a un simple valor numérico de cero (0) a uno (1) y se clasifica según la calidad del agua en orden ascendente en una de las cinco categorías siguientes: muy malo, malo, regular, aceptable y bueno (MAVDT, 2010).

eléctrica, además los ríos tributarios Carare (en Cimitarra), Opón (en Simacota), Minero (en Borbur) y Negro (en Guaduas y Puerto Boyacá). En el peor escenario también se muestra afectación significativa en los ríos Villeta y Gualí a su paso por los municipios de Villeta y Honda, respectivamente; esto obedece a la influencia de actividades mineras, explotación maderera, deforestación y arrastre de sedimentos por la escorrentía (Restrepo, 2006; MAVDT, 2010).

### La biodiversidad global marino-costera insular y continental

De acuerdo con un nuevo censo, que, según sus autores, es el más preciso que se ha realizado hasta el momento, existen en el planeta 8,7 millones de especies, de las cuales se encuentran identificadas 1,6 millones, lo que significa que aproximadamente el 86 % de las especies terrestres y el 91 % de las marinas aún no se han reportado (Mora *et al.*, 2011). El desconocimiento de las especies de aguas continentales resulta muy alto comparado con el de otros ecosistemas, pues estas cubren menos del 1 % de la superficie del planeta, pero albergan más del 25 % de los vertebrados descritos, más de 126 000 de las especies conocidas de animales, y aproximadamente 2600 macrófitas acuáticas. Se estima que hay 27 400 especies de peces, moluscos, cangrejos, libélulas y plantas de agua dulce, de las cuales a la fecha solo 6000 se han evaluado a escala global (IUCN, 2008; Ramsar, 2018).

Respecto a la diversidad biológica marino-costero y oceánica, según los últimos datos disponibles, cada año se describen 1635 nuevas especies y, en la actualidad, existen del orden de 230 000 a 250 000 especies descritas, lo que representa el 15 % de la biodiversidad del planeta (McIntyre, 2010).

Los diagnósticos permiten concluir que la biodiversidad nacional cuenta con aproximadamente 30 436 especies de plantas, 7432 de vertebrados, más de 300 000 especies de invertebrados, 1644 de hongos y 1647 de líquenes. Según los datos del Sistema de Información en Biodiversidad de Colombia (SiB-Colombia), la biodiversidad nacional está cercana a 57 000 especies registradas donde ~34 072 son especies de plantas, ~11 269 de invertebrados, ~7589 de vertebrados, ~1758 de hongos y ~1242 de líquenes. Por ello

Colombia está entre las 14 naciones consideradas megadiversas, al contar con cerca del 10% de las especies conocidas, a pesar de ocupar el 0,22 % de la superficie terrestre. Están identificados como recursos hidrobiológicos marinos-costeros e insulares 6150 especies para la región Caribe y 4350 para la región Pacífica, a partir de 1664 referencias bibliográficas. En recursos hidrobiológicos continentales, en el 2014 se listaron 2875 especies, a partir de 2320 referencias bibliográficas entre 1878 y 2014 (MADS, 2012; Gutiérrez, 2012; 2014).

Respecto a los peces dulceacuícolas, Colombia posee 1435 especies agrupadas en 14 órdenes y 47 familias, de las cuales, 311 aproximadamente son endémicas y 173 especies son de interés comercial. Las especies de peces nacionales representan a nivel global aproximadamente el 5 % de todas las especies marinas y dulceacuícolas reconocidas y en el contexto latinoamericano el 29% de los peces de agua dulce que habitan desde el límite sur de México hasta Chile y Argentina (Maldonado-Ocampo, Vari y Usma, 2008).

## Ecosistemas marino-costeros e insulares

### Generalidades

Con respecto a territorios marítimos y oceánicos, Colombia tiene 1 141 748 km<sup>2</sup> en su parte continental (56 %) y 919 376 km<sup>2</sup> en su territorio marítimo (44 %), distribuidos en 540 876 km<sup>2</sup> en el mar Caribe —línea de costa de 3513 km— y 378 500 km<sup>2</sup> en el océano Pacífico —línea de costa de 1556 km— con inmensa riqueza y potenciales de aprovechamiento. Por esta razón, las aguas jurisdiccionales, la plataforma continental y los espacios costeros son áreas en las cuales se realizan diferentes tipos de actividades y procesos como: turismo, pesca, transporte marítimo, exploración y aprovechamiento minero-energético, generación de energías alternativas, conservación y recuperación de la diversidad biológica, desarrollos científicos, tecnológicos, innovación, cultura marítima, el cambio climático global y la gobernabilidad, ente otros (Ideam, 2007a; MAVDT, 2010).

Para los espacios marino-costeros e insulares y desde la perspectiva biogeográfica, a lo largo de la jurisdicción marina se diferencian la región del Atlántico Tropical y la región del Pacífico Este Tropical, dentro de las

cuales se encuentran tres provincias: Océano Pacífico Tropical, Mar Caribe y el Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. En cada una de ellas se presentan sistemas insulares, diversos paisajes y ecosistemas característicos del trópico. Las máximas profundidades alcanzan los 4990 m en la cuenca Colombia en el mar Caribe (Ideam, 2007a). Con longitud de línea de costa de 1932 km, una zona costera emergida de 7673 km<sup>2</sup> y una superficie de aguas jurisdiccionales de 532 154 km<sup>2</sup> (Invemar, 2012).

La costa Caribe insular oceánica está conformada por el Archipiélago de San Andrés, Providencia, Santa Catalina y sus islotes y cayos asociados, se encuentra ubicada al noroeste del país, en la llamada zona de elevación de Nicaragua, entre las coordenadas 10°49' y 16°10' de latitud Norte y 78°00' y 82°14' de longitud Oeste. Tiene una extensión de línea de costa de 60 km aproximadamente y un área terrestre de 49 km<sup>2</sup> (Posada y Henao, 2008; Posada, Díaz y Navas, 2012).

El Pacífico colombiano se ubica en la región occidental de Colombia, limita al norte con la frontera internacional con Panamá, que cruza el litoral en el sector intermedio entre punta Cocalito en Panamá y punta Ardita en Colombia (N 7°12'39,3" W 77°53'20,9") y al sur con la frontera internacional con Ecuador, marcada en la zona costera por el río Mataje (N 1°26' W 78°49'). Tiene una línea de costa de 1544 km de longitud, una porción emergida de la zona costera e insular de 8455 km<sup>2</sup> y una superficie de aguas jurisdiccionales de 359 948 km<sup>2</sup> correspondiente al 18 % del territorio nacional, extensión que se ve favorecida por la ubicación de la isla Malpelo en aguas oceánicas distantes de la costa, aproximadamente 380 km (Steer *et al.*, 1997; Invemar y MAVDT, 2002).

El litoral Pacífico está integrado por los departamentos de Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño, 16 municipios costeros, 4 capitanías de puerto y 4 CAR. (Steer *et al.*, 1997). La costa del Pacífico se divide en dos regiones fisiográficamente diferentes: la zona norte, entre Panamá y Cabo Corrientes, de aproximadamente 375 km de longitud, constituida por costas acantiladas muy accidentadas, correspondientes a la serranía del Baudó. Hacia el sur de Cabo Corrientes hasta el límite con el Ecuador la costa es baja, aluvial, con planos inundables cubiertos por manglares, una red de drenaje densa conformada por ríos y esteros y

solo interrumpidos por pequeños tramos de acantilados en las bahías de Málaga, Buenaventura y Tumaco (Ingeominas, 1997; Invemar, 2012).

La costa del Pacífico insular está conformada por la isla Gorgona, en el margen continental, y la isla Malpelo, en el sector oceánico. Tiene una longitud total de línea de costa de 25 km y 4 km, respectivamente, y un relieve montañoso y escarpado, con abundante vegetación tropical para Gorgona y suelos desnudos en Malpelo (Posada, Díaz y Navas, 2012).

### Los ecosistemas marino-costeros e insulares y sus recursos

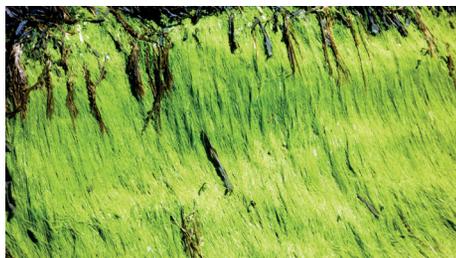
Los ecosistemas marino-costeros, estuarinos e insulares han sido parcialmente estudiados, bien en aras de conocer su biodiversidad, aprovecharla, o como consecuencia de otras múltiples actividades (figura 4).

#### Arrecifes coralinos

Representan uno de los ecosistemas más preciados del planeta. Colombia cuenta con 2844 km<sup>2</sup> de formaciones arrecifales en la región Caribe y 15 km<sup>2</sup> en la región Pacífica. Son típicos de aguas tropicales claras, bajas en nutrientes y alta salinidad, y se generan por la precipitación de carbonato de calcio secretado por los pólipos para conformar colonias (tabla 2).

**Tabla 2.** Extensión de las áreas coralinas en el caribe colombiano

Extensión de áreas coralinas en el Caribe (2860 km <sup>2</sup> )		
Oceánicas costeras	2189 km <sup>2</sup>	76,5 %
Plataforma	657 km <sup>2</sup>	23,0 %
Tipo de arrecife	Extensión	Áreas representativas
Bancos coralinos	1359 km <sup>2</sup>	Quitasueño
Complejos arrecifales	745 km <sup>2</sup>	Providencia y San Bernardo
Atolones	486 km <sup>2</sup>	Serrana
Arrecifes franjeantes	49,5 km <sup>2</sup>	Barú y Gorgona
Tapetes coralinos	12,6 km <sup>2</sup>	Guajira y bahía de las Ánimas



Fanerógamas



Manglares



Playas y acantilados



Estuarios y lagunas



Fondos blandos



Arrecifes

**Figura 4.** Ecosistemas marinos

La extensión de los arrecifes de coral puede llegar a modificar notablemente el relieve submarino y además servir de barrera protectora contra el oleaje. Aun cuando los arrecifes coralinos han servido históricamente como sustento de las poblaciones costeras, el mayor potencial de este ecosistema es el desarrollo turístico. Es por esto que en 1998 se creó un sistema de monitoreo nacional de arrecifes de coral llevado a cabo por el Invemar, con la intención de investigar la tendencia de crecimiento y cobertura de los arrecifes, registro de enfermedades e interacciones entre las diversas especies que habitan o frecuentan estos ecosistemas. Gracias a estas evaluaciones sistemáticas y continuadas, se sabe acerca de la tendencia generalizada a la disminución de la cobertura de coral vivo, los períodos de brotes de blanqueamiento masivo de coral y la disminución de la población de especies de peces arrecifales de importancia comercial (Grigg y Dollar, 1990; Birkeland, 1997). Para el ecosistema de arrecifes coralinos se registran 214 especies que hacen parte del recurso hidrobiológico de primer uso para el hombre (Díaz *et al.*, 2000; Díaz y Acero, 2003; Sanjuán-Muñoz *et al.*, 2007; Invemar, 2013).

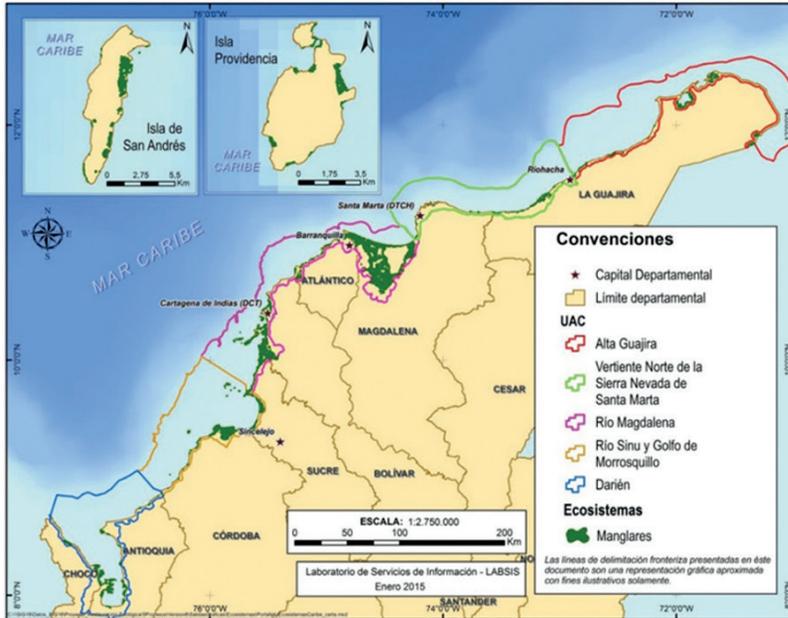
### Manglares

Se caracterizan por ser ecosistemas dominados por asociaciones vegetales de distinto origen taxonómico y diversos habitantes de las zonas costeras tropicales y subtropicales. El ecosistema de manglar se desarrolla dentro de rangos ambientales especiales, como son ambientes salinos, anóxicos, inundados e inestables. A nivel nacional cubren 294 636,3 ha en el Pacífico y 90 160,58 ha en el Caribe; para un total aproximado de 384 796,88 ha de cobertura nacional (Sánchez, Ulluo y Álvarez, 2000; Invemar, 2013) (figura 5).

Las bases de este sistema biótico son las nueve especies de manglar reportadas para Colombia, que se encuentran en la región Pacífica y cinco de ellas en la región Caribe.

La importancia del ecosistema de manglar reside tanto en los beneficios generales que brinda la vegetación arbórea (aporte de materia y energía para otros sistemas, evapotranspiradores, sumideros naturales de CO<sub>2</sub>, estabilización de suelos, entre otros), como por su función específica

292.726 Ha



87.908 Ha



**Figura 5.** Extensión de los manglares en Colombia. Las cifras de cobertura a partir de esta figura oficial, se han incrementado en 4162,88 ha

de servir como refugio, sitio de alimentación y reproducción de diversas especies de peces (2/3 partes de las especies del planeta dependen de este ecosistema), reptiles, anfibios, aves y mamíferos. Además de lo anterior, los manglares brindan al ser humano otros servicios, como materia prima de madera y turismo (Invemar, 2007; 2013).

Debido a su importancia, en 1978 los manglares fueron declarados ecosistemas protegidos (Decreto 1681) para así asegurar el desarrollo sostenible de las actividades socioeconómicas que dependen y/o causan algún grado de impacto sobre este sistema (IAVH *et al.*, 2011). El Invemar (2013) reporta 237 especies que hacen parte del recurso hidrobiológico de primer uso para el ser humano y que habitan de manera permanente u ocasional en los ecosistemas de manglar.

## Pastos marinos

Conformado por angiospermas evolutivamente adaptadas a ambientes marinos tropicales de fondos arenosos o fangosos, de poca profundidad y cercanos a la costa. La importancia estratégica de este sistema se debe a la capacidad estabilizadora del sustrato que resulta de la fijación de sus sistemas radiculares. Los pastos marinos son además fuente de alimento para una gran variedad de organismos herbívoros y es el hábitat de especies de gran interés comercial como los pargos, los roncós y las langostas (Invemar, 2006; 2013). En Colombia, este ecosistema se encuentra únicamente en la región Caribe y cubre una extensión aproximada de 43 223 ha conformadas principalmente por especies como *Thalassia testudinum* y *Syringodium filiforme* (Díaz, Barrios y Gómez, 2003) (figura 6).

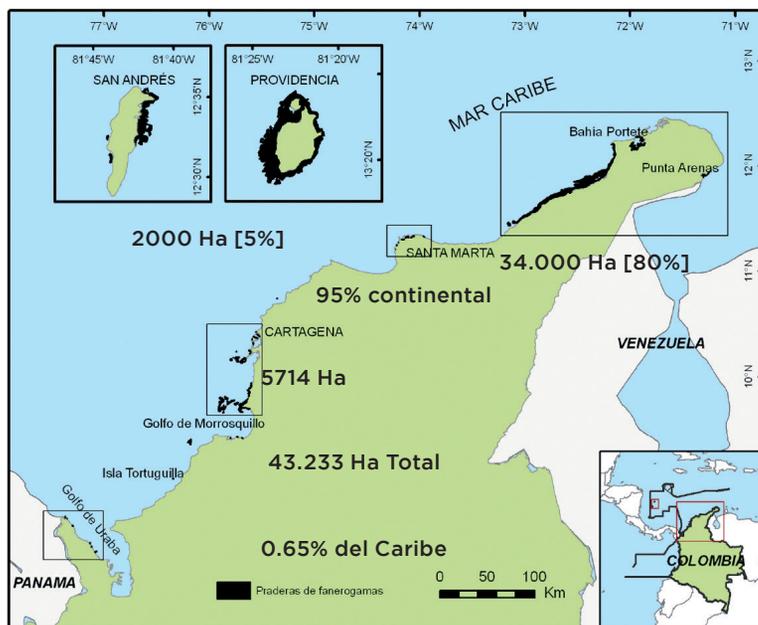


Figura 6. Extensión de pastos marinos en Colombia

El mayor conocimiento científico sobre este ecosistema reside en el extenso monitoreo realizado por más de una década bajo el marco del programa internacional Caribbean Coastal Marine Productivity Programme (CARICOMP), el cual ha estudiado la pradera de fanerógamas de la bahía de Chengue y cuyos resultados sugieren el buen estado de conservación del ecosistema (IAVH *et al.*, 2011). Las especies reportadas y que hacen parte del recurso hidrobiológico de primer uso para el hombre y que se reportan como habitantes temporales o permanentes de las praderas de pastos marinos son 101 (Invemar, 2013).

#### Litorales rocosos

Ecosistema compuesto por la zona de interfase rocosa entre el mar y la tierra que periódicamente queda cubierta o expuesta dependiendo del comportamiento de las mareas (Steer *et al.*, 1997). Los litorales rocosos se encuentran principalmente en los Departamentos de La Guajira (Cabo de la Vela, Media Luna y Punta Espada), Magdalena (Parque Nacional Natural Tayrona) y Chocó (Acandí y Frontera con Panamá) (Ingeominas, 1998; López-Victoria *et al.*, 2004).

La importancia ecológica de los litorales rocosos se basa en el intercambio de materia y energía con ecosistemas adyacentes, además de que provee alimento, sirve de refugio y es lugar de crianza para múltiples especies marinas adaptadas al ambiente agreste típico de esta área de oleaje continuo, períodos de desecación y cambios de salinidad y temperatura. Para el hombre los ecosistemas del litoral rocoso ofrecen la oportunidad de explotar algunos de los organismos que allí habitan para utilizarlos como alimento o fabricación de artesanías (Díaz-Pulido, 1997; Osorno-Arango, 2008; Díaz-Sánchez y Batista-Morales, 2011).

Al estar en contacto directo con el continente y por tanto con los asentamientos humanos y sus diversas actividades, el litoral rocoso es uno de los ecosistemas marinos que más ha sido afectado por la contaminación (vertimiento de aguas servidas, derrames de combustibles, etc.), construcción de infraestructura, extracción o depósitos de materiales entre otros. Así mismo, entre las especies útiles para el hombre se encuentran niveles contrastantes de aprovechamiento, como la sobreexplotación de

algunos moluscos y la subutilización de especies de macroalgas (IAVH *et al.*, 2011). El Invemar (2013) reportó 23 especies que hacen parte del recurso hidrobiológico de primer uso para el hombre y que habitan los ecosistemas de litoral.

#### Fondos sedimentarios de la plataforma continental

Ecosistemas conformados por la acumulación de sedimentos (arenas, arcillas, cienos y limos) que generan un sustrato inestable de baja complejidad topográfica. Representan uno de los ecosistemas más extensos del planeta, se encuentran desde el nivel más alto de marea hasta las grandes profundidades oceánicas.

En Colombia, los fondos sedimentarios componen el 99,5 % de los ecosistemas marinos y se encuentran tanto en la región Caribe como en la Pacífica, ocupan una superficie estimada de 889 400 km<sup>2</sup> (Guzmán-Alvis y Solano, 2002). A pesar de su extensión, este es uno de los ecosistemas menos conocidos y estudiados, por lo que la información disponible acerca de la diversidad de especies que lo componen, su dinámica y susceptibilidad a impactos tanto naturales como antrópicos es muy reducida. La comunidad más estudiada dentro del ecosistema de fondos sedimentarios quizás sea la bentónica, cuya importancia radica en ser el eslabón clave del reciclaje de materia orgánica y, por tanto, la circulación de energía desde y hacia la zona pelágica (Longhurst y Pauly, 1987).

En Colombia se han realizado algunos estudios durante el período 1998-2008, pero se trata de esfuerzos aislados que generalmente no hacen parte de estrategias de monitoreo ni de estudios continuados (IAVH *et al.*, 2011). Las especies reportadas como recursos hidrobiológicos de los fondos sedimentarios de la plataforma continental que son utilizados por el ser humano son 173, según la bibliografía consultada por el Invemar (2013).

#### Playas

Al igual que el ecosistema de litoral rocoso, las playas se encuentran en contacto con la vegetación terrestre en la zona supralitoral y con el ambiente de aguas sumergidas en la zona infralitoral. Las playas ocupan

el 80% de las costas de nuestro país y están conformadas por diversos tipos de arenas, grava no consolidada o fango (Invemar, 2013).

La composición porcentual de las playas determina a las comunidades que las habitan, es así como la mayor densidad de organismos se encuentra en playas con arena de un tamaño fino o medio, al contrario de aquellas zonas de mayor oleaje, alta energía y continuo movimiento de arena las cuales son consideradas como desiertos biológicos (Invemar, 2013).

Los organismos capaces de habitar estas zonas suelen poseer estructuras externas de protección, como es el caso de algunos gasterópodos y crustáceos, que tienen gran importancia comercial. Aparte de las especies que habitan de manera permanente en el ecosistema de playas, existen otros cuyo ciclo de vida se encuentra estrechamente ligado a ellas, como es el caso de las tortugas marinas que usan estas zonas como lugares de anidación (Majluf, 2002).

El Invemar (2013) estableció que los recursos hidrobiológicos de primer uso para el ser humano que se encuentran reportados como habitantes temporales o permanentes de los ecosistemas de playas corresponden a las especies de tortugas marinas: *Caretta caretta*, *Chelonia mydas*, *Dermochelys coriácea*, *Eretmochelys imbricata* y *Lepidochelys olivacea*. Es decir, seis (6) poblaciones de estos reptiles.

#### Zona pelágica u oceánica

En esta área se encuentran los cuerpos de aguas abiertas de altamar donde predominan especies de gran tamaño como tiburones, delfines, ballenas y cardúmenes de peces de gran interés comercial como son los atunes y jureles. En general, las especies que se encuentran en esta zona son de comportamiento migratorio y de alta distribución geográfica. En Colombia, la base de información sobre el ecosistema pelágico u oceánico proviene de la captura pesquera del Caribe, siendo la región del Pacífico una incógnita para el país (Majluf, 2002). Las especies encontradas por el Invemar (2013), y que aparecen reportadas por la bibliografía como organismos pelágicos u oceánicos, como parte del recurso hidrobiológico de uso directo en Colombia son 156.

Según la bibliografía consultada, la representatividad de cada ecosistema en cuanto al número de especies, la zona pelágica se encuentra dominada por las comunidades que habitan temporal o permanentemente los ecosistemas de manglar, arrecifes coralinos y fondos sedimentarios.

Este patrón de dominancia coincide con la cantidad de estudios realizados sobre las especies o ecosistemas anteriormente mencionados con la salvedad de que las diferencias entre un ecosistema y otro son más marcadas.

Finalmente, se puede decir que en las 59 áreas declaradas Parques Nacionales Naturales (PNN) (17466973,55 ha), se encuentra la mayor parte de la biodiversidad nacional y en consecuencia lo relacionado con la temática del foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos. Siendo a nivel nacional, 1342 las áreas protegidas con 31407280 ha.

## Impacto de las actividades económicas sobre los ecosistemas y su biodiversidad

Diversas fuentes bibliográficas consultadas sugieren que las actividades económicas causantes de un mayor impacto negativo sobre los ecosistemas marinos de Colombia son aquellas relacionadas con la pesca y la acuicultura (51% de impacto), aunque el mayor nivel de impacto es causado por la primera (Invemar, 2013).

El nivel de sobreexplotación en el cual se encuentran muchas de las especies que hacen parte del recurso hidrobiológico, tanto de la región Caribe como del Pacífico, se evidencia actualmente en la drástica disminución de las capturas, las tallas y la diversidad de especies que hacen parte del recurso pesquero.

Por otra parte, se encuentran los patrones de asentamiento (17%) que históricamente vienen acompañados por una destrucción o modificación permanentes del paisaje y por tanto de los ecosistemas existentes en los litorales. En la actualidad este problema se agudiza debido a la dinámica de crecimiento demográfico que en los últimos años ha caracterizado al litoral Caribe, específicamente en los departamentos de Atlántico, Bolívar y Magdalena. Las demás actividades causan un impacto de nivel similar sobre los recursos hidrobiológicos.

A continuación, se presentan de manera pormenorizada el tipo de impacto de cada actividad económica sobre los ecosistemas y por tanto las especies que hacen parte del recurso hidrobiológico de primer uso en el país (Garay, 2001; Invemar, 2013).

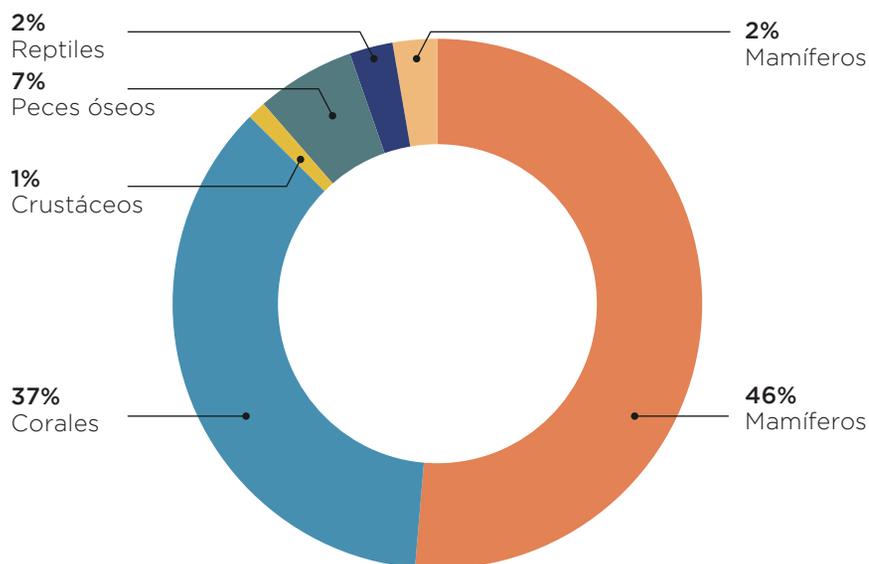
### Agricultura, ganadería, caza y silvicultura

La información compilada se basa principalmente en el impacto que las actividades agrícolas causan sobre los ecosistemas. Sin embargo, la ganadería produce nutrientes y desechos derivados (coliformes fecales, sangre, piel, pelo, etc.) que llegan a contaminar las zonas marinas y costeras a través de los cursos de agua (MMA, 2000). Las actividades agrícolas anteriormente descritas que se desarrollan tanto en las áreas costeras de la región Caribe y Pacífica, como en las insulares, causan los siguientes impactos que se encuentran documentados en su mayor parte para las especies pertenecientes a los ecosistemas de manglar:

- Deforestación.
- Cambio en la hidrología de las aguas tanto superficiales como subterráneas.
- Erosión, sedimentación y pérdida de nutrientes del suelo.
- Contaminación por residuos sólidos y compuestos químicos.
- Pérdida y/o fraccionamiento de hábitats.

La deforestación es uno de los impactos más drásticos y permanentes que la actividad agrícola puede causar sobre el ecosistema de manglar y se deriva de la demanda de suelos aprovechables por la agricultura especialmente para cultivos de palma de aceite y de coco. El uso de insumos químicos para la agricultura también representa una amenaza debida a la contaminación del agua y del suelo (Tavera, 2010). De las cerca de 300000 ha de manglar que tiene Colombia en sus dos costas, solo el 33 % se encuentra zonificado, es decir, que la mayoría de este recurso no cuenta con planes de manejo a pesar de encontrarse en alto grado de perturbación por estar sometido a la presión ejercida por el uso de la tierra para expandir la frontera agrícola (Orjuela *et al.*, 2010).

Los estudios de diagnóstico sobre los ecosistemas de manglar se han focalizado en la región Caribe, donde a pesar de haber tenido una mejoría durante la última década debido a los correctivos hidrológicos realizados, su cobertura sigue siendo un relictos de vegetación distribuido en parches rodeados por áreas dedicadas a actividades agrícolas y de ganadería extensiva (Posada, Díaz y Navas, 2012). Por otra parte, en la región Pacífica, un diagnóstico de los manglares del departamento de Nariño encontró que los componentes de este ecosistema no parecen seriamente afectados por fuentes de presión conocidas y, en la mayoría de los casos, los manglares se encuentran rodeados por bosques adyacentes que funcionan como amortiguadores de actividades antropogénicas. Sin embargo, se debe tener en cuenta que esta no es la situación de todo el ecosistema de manglar de Nariño ni mucho menos de la costa Pacífica (Tavera, 2010), según los reportes existentes en nuestro país del efecto de la actividad agropecuaria y agroindustrial sobre los recursos hidrobiológicos (figura 7).



**Figura 7.** Grupos funcionales del ecosistema de manglar reportados por la bibliografía como afectados directa o indirectamente por las actividades agropecuarias y agroindustriales en Colombia  
Fuente: Invemar, 2013.

Los estudios realizados en nuestro país sobre el efecto de la pérdida de cobertura del bosque de manglar, debido a la deforestación por actividades agrícolas y ganaderas, sugiere que la actividad afecta directamente y de manera drástica a las especies de manglar tanto del Caribe (*Avicenia germinans*, *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Pellicera rhizophorae*) como del Pacífico (*A. germinans*, *R. mangle*, *L. racemosa*, *C. erectus* y *P. rhizophorae*, *R. racemosa* (= *R. harrisonii*), *A. bicolor* y *Mora oleífera*) (Álvarez-León, 2003). Con ello estamos perdiendo un capital natural que aporta altísima productividad y producción a escala global, nacional y local (Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1992).

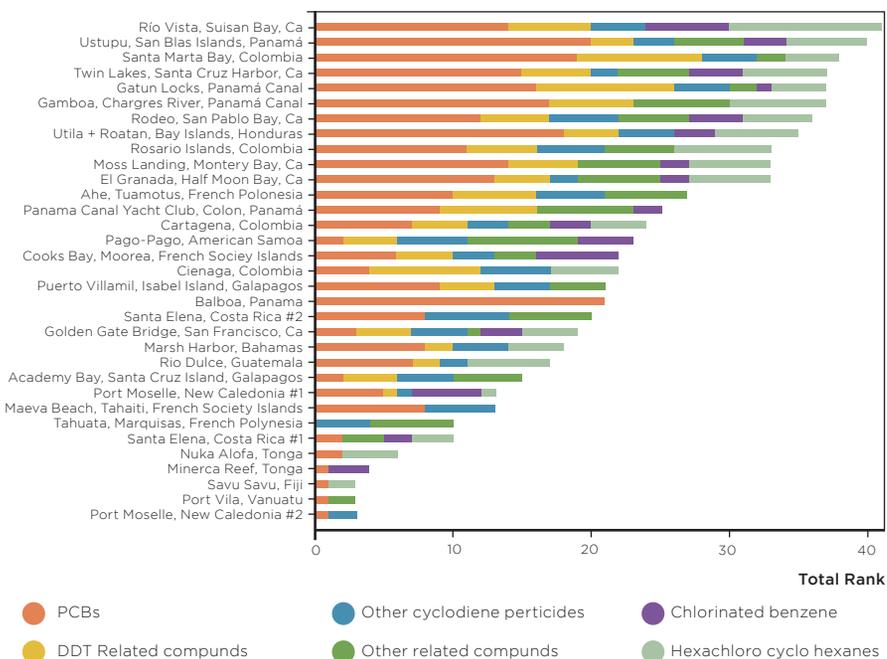
Siendo los bosques de manglar el pilar del ecosistema ya sea por sustentar de manera permanente o servir de zonas de crianza a una gran variedad de especies, su pérdida debida a las actividades agropecuarias afecta a una extensa lista de especies que interactúan y hacen parte del ecosistema y que han sido reportadas por la bibliografía para nuestro país: crustáceos (*Litopenaeus vannamei*), moluscos (*Anadara tuberculosa*, *A. similis*, *A. tuberculosa*, *Crassostrea rhizophorae*), peces (*Ariopsis bonillai*, *Arius proops*, *Cathorops spixii*, *Centropomus undecimalis*, *Epinephelus itajara*, *Hoplias malabaricus*, *Mugil incilis*, *M. liza*, *Tarpon atlanticus*), reptiles (*Caiman crocodilus fuscus*, *Crocodylus acutus*, *Iguana iguana*) y, dentro del grupo de los mamíferos, el manatí (*Trichechus manatus*). De estas especies, la mayoría aparece reportada en las listas rojas de amenaza nacional.

El impacto de las actividades agropecuarias sobre los ecosistemas costeros es especialmente notorio en aquellos sistemas de dinámicas hidrológicas típicas de los estuarios y ciénagas, estrechamente relacionados con los ecosistemas de manglar, donde llegan diversos contaminantes, ya sea por escorrentía, por aspersion de aerosoles o por depósitos de micropartículas transportadas por los vientos. Es así como los principales causantes de contaminación corresponden a compuestos plaguicidas entre los cuales están los clorobencenos, los hexacloro ciclohexanos, los bifenilos policlorados (PCBs) y demás pesticidas organoclorados como los DDTs. Estos pesticidas han sido encontrados en concentraciones preocupantes en el sedimento de la Ciénaga Grande de Santa Marta, desde donde son tomados por los manglares (*R. mangle*, *A. germinans*) y llevados hacia sus

porciones aéreas donde se translocan y magnifican a todos los niveles de la cadena trófica, incluyendo especies de peces consumidas (Campos, 1990; Invemar, 2013; Menzies *et al.*, 2013).

Habitualmente son consumidas la ostra (*C. rhizophorae*) y peces como la bocona (*Cetengraulis edentulus*), la lisa (*M. incilis*) y el chivo cabezón (*A. bonillai*) (Plata y Campos, 1992; Gómez, Campos, y Ramírez, 1995; Espinosa, Campos y Ramírez, 1998).

En un estudio recientemente realizado se encontró que los puntos de muestreo de Colombia (bahía de Santa Marta, Islas del Rosario y bahía de Cartagena) están dentro de los lugares más afectados por presencia de pesticidas clorados. De los 33 lugares de muestreo distribuidos en 14 países, la segunda concentración más alta de PCBs y DDTs se presentó en la Ciénega Grande de Santa Marta, lo cual indica el nivel de exposición de este ecosistema a los compuestos químicos utilizados en la agricultura de la región (Menzies *et al.*, 2013) (figura 8).



**Figura 8.** Cuantificación de contaminantes asociados a las actividades agronómicas y agroindustriales con énfasis en tres puntos de muestreo (recuadros rojos): Ciénega Grande de Santa Marta, Islas del Rosario y bahía de Cartagena  
Fuente: modificado de Menzies *et al.*, 2013 e Invemar, 2013.

Todo ocurre en medio de la evidencia y realidad de que el uso de muchos de estos agroquímicos ha sido prohibido por la legislación nacional, su capacidad de resiliencia, bioacumulación, biomagnificación y alta resistencia a ser biodegradados. Se acepta que aún estén y sigan presentes en los ecosistemas afectando el sistema endocrino de los vertebrados (Rea *et al.*, 2001; Wurl y Obbard, 2004).

El ecosistema de manglar es además propenso a una degradación moderada y localizada causada por la caza de recursos terrestres, entre los que se encuentran venados, dantas, conejos, aves, e hidrológicos, como el caimán (*C. crocodylus fuscus*), la iguana (*Iguana iguana*), las tortugas marinas (*E. imbricata*, *C. mydas*) y el manatí o vaca marina (*T. manatus*) (Invemar, 2013).

En el caso del manatí, la alarmante disminución obedece en gran parte a la destrucción, fragmentación y degradación de su hábitat natural. Al mismo tiempo, los árboles de mangle se utilizan por su madera ya sea para construcción, leña o producción de carbón vegetal. Dicha explotación se inicia hacia la década de 1940 con la tala del mangle rojo (*R. mangle*), mangle concha (*R. harrisonii*) y mangle nato (*Mora oleífera*) para aprovechar la dureza de su madera. A pesar de que la normatividad nacional prohíbe la comercialización de la madera de manglar, el control sobre esta actividad recae en la jurisdicción de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) y su eficiencia para hacer cumplir las vedas (Sánchez, Ulloa, y Álvarez, 2000; Sánchez, Ulloa, y Tavera, 2004). Así mismo, los residuos derivados de la industria maderera son una fuente de contaminación de aguas debido a los desperdicios (trozos de madera y aserrín) que terminan siendo arrojados a los ríos y ciénagas, que generan condiciones anóxicas y malos olores dependiendo de su concentración (Campos y Gallo, 1997; Invemar, 2013).

La pérdida de cobertura del bosque de manglar ocasiona procesos de erosión, sedimentación y eutroficación de los cuerpos de agua que finalmente descargan todos sus materiales en suspensión al mar, lo que afecta ecosistemas que demandan una alta calidad de agua, como las praderas de pastos marinos (*T. testudinum*) y las especies que hacen parte del ecosistema de arrecifes coralinos. Ambos procesos de sedimentación y

eutroficación han sido reportados para diversas especies de coral (*Acropora cervicornis*, *A. palmata*, *Agaricia tenuifolia*, *A. agaricites*, *Colophyllia natans*, *Dendrogera cylindricus*, *Diploria clivosa*, *D. strigosa*, *Eusmilia fastigiata*, *Favia fragum*, *Madracis formosa*, *Millepora alcicornis*) y otros organismos que hacen parte del ecosistema y son de gran importancia para la explotación comercial como el caracol pala (*Lobatus gigas*). De las especies anteriores, *A. cervicornis* está reportada por tener un estado de amenaza “Crítico”, *A. palmata* “En peligro” y *E. fastigiata* y *L. gigas* “Vulnerable” (Ardila, Navas y Reyes, 2002; Invemar, 2013) (tablas 3 y 4).

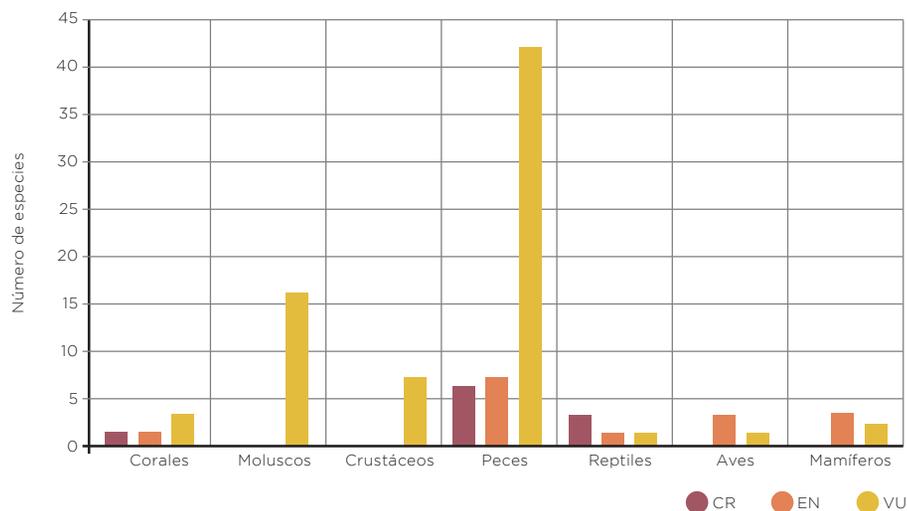
Desafortunadamente no tenemos tendencias históricas que sirvan de base para evaluar los cambios en turbidez y tasas de sedimentación en los arrecifes. Sin embargo, la presencia de sedimentos finos sobre esqueletos de coral, los altos niveles de deforestación del continente y la profunda degradación de los arrecifes ubicados en las desembocaduras de los ríos son una prueba fehaciente del nivel de impacto en estos ecosistemas (Garzón-Ferreira y Díaz, 2003).

Un estudio de Nivel de Integridad Ecológica para los arrecifes de coral fue llevado a cabo por el Sistema Nacional de Monitoreo de Arrecifes Coralinos de Colombia (Simac-Invemar), que evaluó durante 15 años las condiciones de los arrecifes ubicados en tres puntos del Pacífico y ocho en el Caribe. Los resultados para el 2011 sugieren que la mayoría de arrecifes (Archipiélago de San Andrés y Providencia, Islas del Rosario, Islas de San Bernardo, Santa Marta e Isla Fuerte) se encuentran en niveles buenos o aceptables de integridad a excepción de los arrecifes del Urabá chocono, que presentaron niveles regulares y aceptables y su deterioro incrementa con el tiempo (Posada, Díaz y Navas, 2012). A pesar de las buenas condiciones encontradas en la mayoría de los lugares monitoreados, hay que tener en cuenta que la estructura de la comunidad coralina ya ha sido seriamente afectada y por ello se necesitan más y mejores medidas de manejo y protección.

Otro grupo funcional afectado por las actividades humanas de tipo extractivo es el de los reptiles que habitan los ecosistemas de manglares y ciénagas. Entre ellos, la iguana verde (*Iguana iguana*), cuyas poblaciones se han visto disminuidas debido a la explotación para el consumo de su

**Tabla 3.** Categoría de amenaza de los principales grupos continentales y marinos

Especie amenazada	Extinta	En peligro crítico	En peligro	Vulnerable	Casi amenazada	Preocupación menor	Datos insuficientes	Total
Ícticas continentales	1	1	4	48	24	3	0	81
Reptiles	0	8	7	7	5	3	5	35
Mamíferos marino-continentales	0	1	1	13	0	3	9	27
Ícticas marinas	0	2	3	10	2	0	5	22
Invertebrados marinos	1	0	3	4	0	0	3	11



**Figura 9.** Organismos marinos amenazados

carne y, en especial, de sus huevos (Muñoz *et al.*, 2003). Indirectamente, la especie es afectada debido a la fragmentación y disminución de su hábitat como consecuencia de la tala de los bosques ribereños y la adaptación de los suelos para el desarrollo de actividades agropecuarias. La combinación de impactos directos e indirectos han ocasionado que la iguana verde haya sido incluida a nivel mundial en el *Apéndice II* de la CITES como especie amenazada. Desafortunadamente, como ocurre con la mayoría de los recursos hidrobiológicos del país, no existen estudios definitivos acerca del estado actual de sus poblaciones y el efecto de la presión a la que están sometidas por causas antropogénicas como la caza y la disminución de su hábitat (Muñoz *et al.*, 2003; Invemar, 2013).

No existe información histórica en el país que sirva de base para evaluar los cambios en turbidez y tasas de sedimentación en los arrecifes. Sin embargo, la presencia de sedimentos finos sobre esqueletos de coral, los altos niveles de deforestación del continente y la profunda degradación de los arrecifes ubicados en las desembocaduras de los ríos son una prueba fehaciente del nivel de impacto en estos ecosistemas (Garzón-Ferreira y Díaz, 2003).

La babilla (*Caiman crocodilus fuscus*) también fue incluida en el *Apéndice II* de la CITES, debido a las interacciones de los diversos impactos de origen humano que la afectan (pérdida y transformación de su hábitat, cacería, circulación de embarcaciones motorizadas, sobreexplotación del recurso pesquero y contaminación del agua). Como ocurre con la iguana verde, sus poblaciones dependen directamente de la condición de los bosques de ribera propios de ambientes lénticos (lagunas costeras, ciénagas, entre otros) y además es una especie explotada tanto por su piel como por su carne (Ideam, 2010a). En uno de los pocos estudios sobre el estado poblacional de la babilla en Colombia (área del río Grande de La Magdalena) se encontró una densidad poblacional más baja que la reportada por la mayoría de países latinoamericanos y una relación directa entre el bajo número de reptiles y la existencia de grandes centros urbanos, vertimientos de desechos a los cursos de agua y áreas dedicadas a la agricultura y a la ganadería (Moreno-Arias *et al.*, 2013).

El establecimiento de zocriaderos se consideró como parte fundamental del manejo responsable de la especie y su legislación se inició con el Código Nacional de Recursos Naturales renovables y de Protección del Medio Ambiente (Decreto 2811 de diciembre de 1974) y luego con la Ley 23 de 1973 y el Decreto 1608 de 1978, donde se establecen las disposiciones generales para la fauna destinada a actividades comerciales. Sin embargo, en Colombia la cría de fauna silvestre no es una actividad establecida como tal, la normatividad que la regula puede llegar a ser insuficiente, así como también su control por parte de las autoridades (Muñoz, 2011).

Respecto a las tortugas marinas, los registros históricos son inexactos pero suficientes para evidenciar la drástica disminución de las poblaciones de tortugas en general. De estos reportes, cabe mencionar aquellos realizados en el departamento del Magdalena (*Mendihuaca*, *Guachaca* y *Buritaca*) durante los años cincuenta, sesenta y setenta, donde se estableció esta área como una de las más importantes del Caribe para la nidación de especies como *C. caretta*, *D. coriácea*, *E. imbricata* y *C. mydas* (Nicéforo, 1953; Medem, 1962; Kaufmann, 1973). Sin embargo, durante los años sesenta ya se observaba el impacto en estas especies por sobreexplotación tanto de tortugas adultas (hembras en época de anidación) y huevos (cerca de un 100%) para ser vendidos como alimento en el mercado nacional. Como resultado, para la década de los ochenta, las poblaciones de tortugas habían declinado en un 95 % (MMA, 2002).

En la región Pacífica, las amenazas sobre las poblaciones de tortugas son menores debido a que el área de ocupación humana es mucho más reducida con respecto a la región Caribe. Sin embargo, también se ha visto una disminución en los avistamientos de tortugas y nidos, un estado que indica que aún se pueden tomar medidas eficientes para su conservación (Invemar, 2003). Además de la legislación internacional, Colombia ha adoptado medidas de protección y conservación para las tortugas marinas dentro del marco del Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (Decreto 2811 de 1974), la reglamentación del código mencionado en materia de fauna silvestre (Decreto 1608 de 1978), y varias resoluciones, como la 157 de

1993 que prohíbe el aprovechamiento de tortugas marinas provenientes de capturas incidentales en el Caribe y establece la obligatoriedad en el uso de los dispositivos excluidores de tortugas marinas (DET) en las redes de arrastre. En el 2002, el Ministerio del Medio Ambiente (2002) creó el Programa Nacional para la Conservación de las Tortugas Continentales y Marinas en Colombia (Invemar, 2002).

Sin embargo, a pesar de los programas de conservación, protección de nidos y liberación de juveniles, para el 2007, las amenazas sobre las poblaciones de tortugas por parte de las actividades humanas seguían sin disminuir, incluso en áreas protegidas como el Parque Nacional Natural Tayrona donde un monitoreo evidenció el continuo declive de poblaciones de *D. coriácea*, *C. caretta* y *E. imbricata*, hasta el 2009 (figura 7). Por tanto, las medidas de protección tomadas hasta ahora han sido ineficientes debido a su escasa cobertura y su carencia de continuidad y monitoreo. Hacen falta más y mejores controles que lleven a la aplicación efectiva tanto de la reglamentación nacional como de la internacional, basados en modelos exitosos desarrollados en otros países como México y Costa Rica, donde existen patrullas de vigilancia nocturna, una protección generalizada de las áreas de nidación, que además aseguran la máxima eclosión y llegada de neonatos al mar. También es necesaria la regulación en el uso de trasmallos en las playas de nidación y el uso de estas playas por parte del turismo descontrolado (Fundación Colombia Marina, 2009).

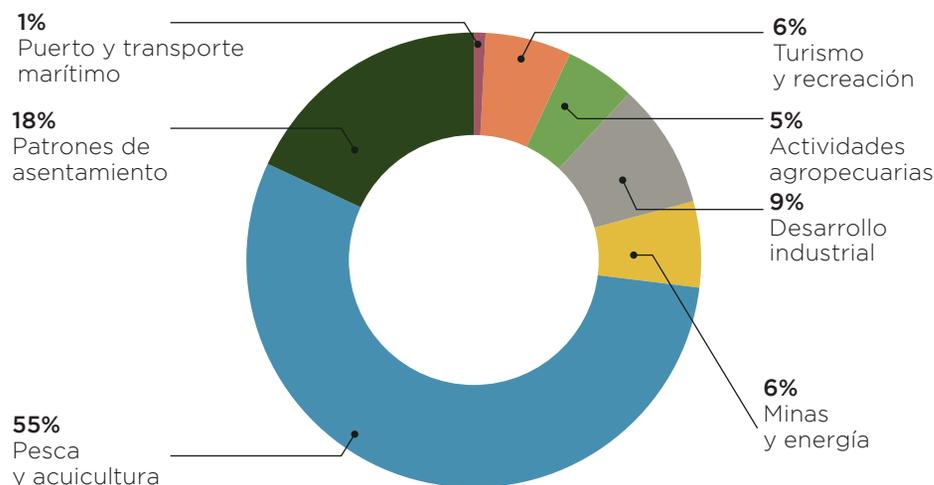
En cuanto al grupo de los mamíferos y concretamente de las poblaciones del manatí *T. manatus*, estas se encuentran seriamente diezmadas principalmente por la cacería de subsistencia, la destrucción de su hábitat y las muertes accidentales por redes de pesca y choques con embarcaciones (Trujillo *et al.*, 2013). Por ello, a nivel nacional esta especie se encuentra catalogada en peligro, aunque son muy escasos los estudios de su estado poblacional y sus campañas de manejo y conservación han sido insuficientes (Rodríguez-Mahecha *et al.*, 2006). En algunas regiones del país como en el Chocó, la cacería del manatí sigue siendo muy intensa, se reporta la extracción de hasta cinco manatíes por año en la cuenca media y baja del río Atrato, cifra que parece insostenible según los censos actuales de la

especie (Farías-Curtidor, 2008). Como respuesta a la evidente disminución del manatí en los ecosistemas de ciénagas de la región Caribe, se creó una iniciativa de protección llamada “Programa de manejo y conservación del manatí *Trichechus sp.* en Colombia” y se han realizado otras acciones desarrolladas por las CAR, que han tenido cierto éxito al promover intervenciones de carácter gubernamental y que cuentan con una continuidad superior a una década, reuniendo los esfuerzos y experiencia de ONG, universidades e integrantes de las comunidades locales (Trujillo *et al.*, 2013). Sin embargo, estas iniciativas deben ser sólidamente respaldadas por el gobierno nacional y sus aplicaciones precisan ser trasladadas a la protección de las demás comunidades de manatíes, a partir del conocimiento poblacional específico de cada región.

### Desarrollo industrial

En Colombia, de acuerdo con el Ideam (2002), las plantas industriales de dos tercios de 66 ciudades estudiadas no realizan el tratamiento de agua correspondiente y, por tanto, sus vertimientos son liberados de manera directa al medio. Los problemas ambientales que la actividad industrial ocasiona son de diversa índole y están relacionados sobre todo con la descarga de residuos sólidos, sedimentos, aceites, fenoles, gases y partículas contaminantes. El impacto sobre los ecosistemas es similar a las descargas anteriormente mencionadas para los desechos agroindustriales: destrucción y degradación de estuarios y organismos que hacen parte del ecosistema de manglar principalmente (MMA, 2000) (figura 10, tabla 4).

La bibliografía reportada se basa en investigaciones geográficamente puntuales y concentradas en zonas drásticamente afectadas por la actividad industrial, como la bahía de Cartagena y las áreas de influencia del río Grande de La Magdalena. Según estos estudios, el vertimiento de residuos industriales corresponde a una amplia gama de sustancias químicas de diferente composición, que se acumulan y viajan a través de la cadena trófica de los ecosistemas marinos, costeros e insulares, y afectan de diferente manera a una variedad de especies de importancia tanto ecológica como de uso directo por el ser humano.



**Figura 10.** Impacto de las actividades económicas sobre los ecosistemas marinos  
Fuente: Invermar, 2013.

Al encontrarse en el límite entre las áreas continentales y marinas, además de habitar las desembocaduras de ríos, el ecosistema de manglar recibe gran parte de los residuos que se producen por actividades desarrolladas aguas arriba, incluso a cientos de kilómetros de la costa. Entre los contaminantes de tipo industrial que más causan interés y preocupación se encuentran los metales pesados (cobre, mercurio, plata, cromo, cadmio, zinc, níquel, etc.), ya que no son biodegradables, se depositan en el sedimento desde donde empiezan a viajar por la cadena trófica y permanecen en los tejidos de los organismos por largos períodos (Campos, 1990). Ya en los años ochenta se realizaron estudios para evaluar las concentraciones de metales pesados (cadmio, cobre y zinc) en la ostra de mangle *C. rhizophorae* de la Ciénaga Grande de Santa Marta en la cual se encontraron altas concentraciones de cadmio, cobre y plomo (Campos, 1984; 1988; 1990). Posteriormente, un estudio similar encontró altas concentraciones de los mismos metales en las hojas jóvenes del manglar negro *A. germinans* provenientes tanto de una zona conocida por su deterioro ambiental (Ciénaga Grande de Santa Marta), como de otra cuya calidad de aguas se creía óptima (bahía de Chengue) (Campos y Gallo, 1997).

**Tabla 4.** Especies que hacen parte del recurso hidrobiológico de uso directo y que han sido reportadas por bioacumulación o exposición a contaminantes provenientes de actividades industriales

Especie	Tipo de contaminante presente en tejidos
Ostra de mangle ( <i>C. rhizophorae</i> )	Cadmio, cobre y plomo
Jaiba ( <i>C. sapidus</i> )	Mercurio
Jaiba ( <i>C. bocourti</i> )	Mercurio
Camarón blanco ( <i>L. vannamei</i> )	Cloro, cloruro de cobalto, cloruro de zinc y sulfato de cobre
Camarón blanco ( <i>L. schmitti</i> )	Cloro, cloruro de cobalto, cloruro de zinc y sulfato de cobre
Piangua ( <i>A. tuberculosa</i> )	Cadmio, cobre, cromo, mercurio y plomo
Chivo cabezón ( <i>A. bonillai</i> )	Cadmio, cobre y zinc
Chivo mozo ( <i>A. proops</i> )	Cadmio, cobre y zinc
Mangle rojo ( <i>R. mangle</i> )	Cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc
Mangle negro ( <i>A. germinans</i> )	Cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc
Mangle blanco ( <i>L. racemosa</i> )	Cadmio, cobre, cromo, plomo y zinc
Pasto marino ( <i>T. testudinum</i> )	Cobre, plomo y zinc
Lisa ( <i>M. liza</i> )	Mercurio
Mojarra rayada ( <i>E. plumieri</i> )	Mercurio

Fuente: Campos, 1984; 1988; Johnson-Restrepo *et al.*, 2008; Campos y Gallo, 1997; Villamil, 2010; Alonso *et al.*, 2000; Invemar, 2013.

Una investigación más reciente sugiere al bosque de manglar como sumidero de materiales pesados debido a su capacidad fitoestabilizadora (cadmio, cobre, cromo y zinc) e hipercumuladora (zinc) (Villamil, 2010). Merecen especial atención las concentraciones de metales pesados halladas en dos de las especies más comunes en las pesquerías tanto de la Ciénaga Grande de Santa Marta, el chivo mapalé (*C. spixii*) y el chivo cabezón (*Ariopsis bonillai*), en los cuales se encontraron concentraciones de cadmio, cobre y zinc superiores a las reportadas por la literatura para especies que habitan áreas contaminadas (Campos, 1990). Teniendo en cuenta la antigüedad de estos estudios (algunos de hace veinte años), son alarmantes la resiliencia y las condiciones en las que se encuentra la Ciénaga en cuanto a calidad de agua y de alimento para el ser humano. En otro estudio desarrollado en la bahía de Cartagena, se encontraron concentraciones altas de mercurio en peces de interés comercial como la mojarra rayada (*E. plumierii*) y la lisa (*M. incilis*). Si bien no se encontraron concentraciones superiores al límite aceptado (500 µg Hg/kg), es importante tener en cuenta la resiliencia alta del metal en los organismos y el porcentaje de estos que llega a hacer parte de la dieta de comunidades ribereñas, cuya exposición a los contaminantes es prolongada (Alonso *et al.*, 2000).

Respecto a las ostras del Caribe —Santa Marta (Taganga y la marina de la ciudad), bahía de Cartagena y en la isla Barú— Moncaleano (2018) reporta la presencia de cadmio, mercurio, así como rastros de sustancias químicas provenientes de plaguicidas, con procedencia de actividades antrópicas, incorporadas por medio del continente, a través de ríos, lagos, lagunas y quebradas. Esto demuestra que hay bioacumulación y biomagnificación. La mayor preocupación se dio con el cadmio, el cual se halló en niveles por encima de la tasa permitida a nivel mundial y de acuerdo con la legislación colombiana (7µ/kg).

Los efectos de los contaminantes provenientes de las actividades industriales en la salud humana, causados a través de los alimentos, son motivo de gran preocupación e investigación debido a su severidad. Se sabe que la exposición al mercurio durante la gestación y primeros años de vida afecta al desarrollo neuronal y, por tanto, aumenta las posibilidades de

retardos mentales hasta en un 17,37 por cada 1000 lactantes. Al mismo tiempo, este metal está asociado con daños neuronales y cardiovasculares en los adultos (Poulin y Gibb, 2008).

En países como España, la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) recomienda a las mujeres embarazadas, madres lactantes y niños menores de 3 años no consumir grandes depredadores marinos como el atún, el pez espada y el tiburón, debido a sus altos niveles de mercurio. Al mismo tiempo, la agencia recomienda no ingerir crustáceos durante el embarazo y la lactancia debido a la presencia de cadmio en sus tejidos (AESAN, 2011). Si bien el consumo de pescado en Colombia es bajo, comparado con otras naciones, no se conocen medidas preventivas ni informativas para aquellas comunidades que subsisten de los recursos pesqueros y que viven en áreas expuestas a contaminación. De hecho, en Colombia en 2016, se reportaron 160 000 latas de atún con concentraciones de mercurio por encima de los niveles permisibles, ante lo cual el Estado elevó el nivel permisible para los atunes y otras especies, de 0,5 mg/kg a 1,0 mg/kg.

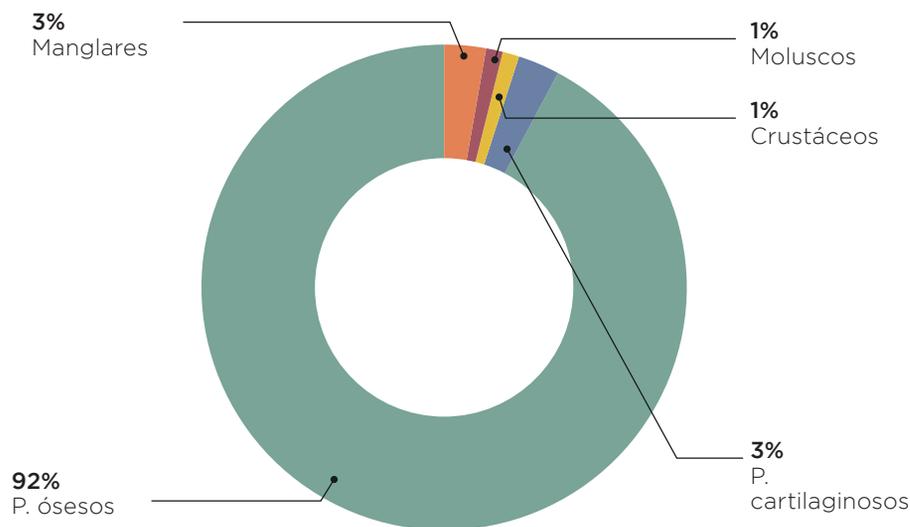
La información obtenida hasta el momento en nuestro país sugiere un problema de contaminación serio cuyos alcances, en cuanto a áreas geográficas y especies, aún se desconocen, aunque deberían ser prioritarios para la comprensión del estado de los recursos naturales, ya que no solo comprometen la salud de los ecosistemas y de las especies que hacen parte de él, sino también la salud humana.

### Minas y energía

Debido a la riqueza en productos mineros de alto valor en el mercado (carbón, oro, platino, níquel, esmeraldas y caliza), la actividad minera es de gran importancia para la economía de Colombia. Existen dos panoramas en los cuales el sector se desarrolla: la minería formal a gran escala y la minería artesanal a mediana y pequeña escala. Esta última, en su mayoría, carece de tecnologías adecuadas y en muchos casos se define por su informalidad, baja rentabilidad, inseguridad y nula sostenibilidad ambiental. El Censo Minero Departamental reportó que el 63% de la minería a pequeña escala carece del título correspondiente,

el 65 % no aporta a regalías y el 75 % no adopta medidas de seguridad (CAR, 2012). Para el 2007, cerca del 30 % de las explotaciones mineras (grandes, medianas y pequeñas) carecían de las autorizaciones ambientales pertinentes y además existían 36 000 explotaciones mineras ilícitas conocidas, a las cuales no se les realizaba ningún seguimiento por parte de las autoridades ambientales (Güiza, 2011).

Actualmente, la minería es la actividad económica de mayor impacto sobre los recursos naturales ya que afecta incluso áreas destinadas a la conservación, como los PNN. Para el año 2010, al menos cinco PNN y un santuario de flora y fauna estaban siendo explotados ilegalmente para la extracción de diversos minerales (PNN, 2010). La tasa de otorgamiento de títulos para actividades mineras se incrementó de 157 al año durante el período 1990-2001 a 2481 títulos otorgados solo en el 2009. Para este año, las solicitudes de licencias representaban el 35 % del territorio nacional –40 000 000 ha– (figura 11).



**Figura 11.** Grupos funcionales afectados por la actividad minera  
Fuente: Invemar, 2013.

El impacto negativo de la actividad minera, independientemente del mineral extraído, causa impactos de diversa índole sobre los ecosistemas, de los cuales muchos son irreversibles. Las pérdidas ambientales comprenden la ocupación y uso del territorio, la transformación de hábitats y ecosistemas, la sobreexplotación, la deforestación, la contaminación, la urbanización, la erosión, entre otras. El impacto de la minería se caracteriza por su expansión a zonas geográficamente lejanas debido a los vertimientos y sedimentos transportados por los ríos y cuyo alcance termina afectando a los ecosistemas marinos y costeros (Andrade, 2011). En cuanto a los recursos hidrobiológicos, el grupo funcional de los peces (teleósteos) es el que ha sido mayoritariamente reportado por la bibliografía como afectado por la actividad minera y energética (figura 11).

En al menos tres municipios antioqueños, la minería del oro que utiliza irresponsablemente agentes químicos como el mercurio y el cianuro ha ocasionado un nivel de contaminación de fuentes hídricas mil veces superior a las permitidas según los estándares internacionales. Además de la contaminación, la minería ocasiona la eliminación directa de efluentes en los ríos, erosión y sedimentación, todos ellos problemas que terminan alcanzando la zona costera a través de los cauces fluviales, estuarios y ciénagas. La imposibilidad del Gobierno nacional de controlar y supervisar la actividad minera, tanto legal como ilegal, ha causado que Colombia ocupe el segundo lugar del mundo con mayor contaminación de mercurio tanto en aire como en agua. Por si fuera poco, la actividad de extracción de oro descarga entre 50 y 100 toneladas de mercurio al ambiente, lo que le da al país el primer puesto de mayor contaminador con mercurio per cápita del mundo (Veiga, 2010) (figura 12). La investigación acerca de la contaminación por metales pesados de los recursos hidrológicos de primer uso en el país se analizó en el apartado anterior (“Actividades industriales”). El último de los estudios del Sinchi (2019) analiza los impactos de la minería sin importar si es legal o ilegal, pues ello no es relevante a la hora de cuantificar y cualificar sus impactos socioeconómicos y ambientales.



**Figura 12.** Contaminación por mercurio sobre los ecosistemas naturales

Un balance de explotación de petróleo de los últimos cien años en el país muestra cómo el Magdalena Medio, Arauca y los Llanos Orientales, áreas tradicionalmente conocidas por su actividad petrolera, son actualmente las zonas de mayor inseguridad ambiental (sin contar con sus altos niveles de pobreza, conflicto social y político). Los impactos de la industria petrolera y de gas dependen de la fase en la que se encuentre la actividad, es así como en la etapa de exploración y transporte se alteran los ecosistemas naturales debido a la construcción de vías, campamentos y oleoductos o gasoductos, lo que además puede transformar los cursos de agua. La etapa de explotación se caracteriza por generar vertimientos de agua contaminada y lodos a esteros y ríos. Así mismo, la refinación

genera contaminación en aire y agua, mientras que el consumo causa la expulsión de gases. Partiendo de este panorama, que difiere en gran manera de la actividad minera en cuanto a su control y manejo, el Gobierno implementó en la década de los noventa medidas para aminorar el impacto de la actividad petrolera sobre los ecosistemas y se creó el Plan Nacional de Contingencia como estrategia medio ambiental para la prevención de desastres (Avellaneda, 2005).

Los derrames de petróleo generan consecuencias biológicas inmediatas y de largo plazo, como la asfixia y el revestimiento de plumajes y pieles, que suelen ser mortales para los organismos acuáticos. A corto plazo también se presenta la disminución de la transmisión de la luz en la columna de agua, lo que afecta la fotosíntesis, la generación de biomasa y su subsecuente alteración de la cadena trófica. A largo plazo, las consecuencias son de tipo fisiológico debido a la interferencia de las vías hormonales y el daño sobre las terminaciones sensoriales.

En la región Caribe, los daños causados por derrames de petróleo se han focalizado en el Golfo de Morrosquillo y en en las bahías de Cartagena y Santa Marta, por la actividad nacional, mientras que los aportes en Castilletes y Punta Estrella en La Guajira se deben a la actividad petrolífera venezolana. En la región Pacífica, el impacto parece ser menor debido a la dinámica intermareal, al intercambio con corrientes oceánicas y a la utilización de hidrocarburos livianos de rápida evaporación (Avellaneda, 2005).

En 35 años, los atentados a los oleoductos han sido 2575, el 60% de los eventos ha afectado las fuentes hídricas. Según estima la Procuraduría General de la Nación, en 17 años se han vertido a ecosistemas naturales 66 millones de barriles de crudo.

Dentro de los constituyentes del petróleo y sus derivados, los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) son su fracción más tóxica, al acumularse en los tejidos de invertebrados, peces y mamíferos marinos, lo que constituye además una amenaza para la salud humana debido a que actúan como agentes carcinógenos, mutagénicos y teratogénicos (Boscolo, Cacciatore, y Giovanardi, 2007). Estudios realizados demuestran la capacidad de algunos organismos utilizados para el consumo humano, de incorporar altos niveles HAP, lo cual representa un riesgo para la salud

y, por tanto, debería ser estudiado con mayor intensidad. Este el caso del molusco piangua (*A. tuberculosa*), importante componente de la dieta de muchas comunidades costeras del país y que ha sido reportado por sus altos niveles de HPA, además de otros contaminantes ambientales tóxicos, como el naftaleno y el fluoranteno (Zambrano *et al.*, 2012).

En los peces, los HPA son biotransformados a metabolitos hidrofílicos en el hígado los cuales han sido estudiados por su posible rol como agentes carcinógenos, causantes de daños hepáticos e inmunotoxicidad (Baumann y Harshbarger, 1995; Vogelbein y Unger, 2006). Altas concentraciones de estos metabolitos han sido encontradas en muestras de bilis tomadas de la lisa (*M. incilis*) y provenientes de la bahía de Cartagena y de las ciénagas de Totumo y La Caimanera, lo que demuestra una preocupante exposición a HPA que causaría daños irreversibles al pez y cuyos efectos en la población humana deberían ser investigados (Johnson-Restrepo *et al.*, 2008).

La exploración y los planes futuros de extracción de petróleo en zonas costeras, mares territoriales y zonas económicas exclusivas (costas de los departamentos de Bolívar, Atlántico y la Guajira) requieren atención especial debido a la inexistencia de legislación que proteja los recursos naturales, así como la preocupación por el impacto de esta actividad sobre los ecosistemas pelágicos y de arrecifes de coral. Según los convenios internacionales de los cuales Colombia hace parte, se debe dar prioridad a la protección de los recursos naturales, lo cual hasta el momento no parece ser el caso en cuanto a las actividades petroleras se refiere y prueba de ello son el deterioro y la situación actual de los ecosistemas marinos y costeros del país. Ejemplos de desastres ecológicos causados por actividades relacionadas con el sector petrolero incluyen la construcción del proyecto Caño Limón-Coveñas (1985-1986) para el cual se destruyeron ecosistemas de arrecifes de coral del Golfo de Morrosquillo, lugar que además ha sufrido numerosos derrames de petróleo que han afectado tanto al medio ambiente como a la subsistencia de las comunidades del sector (Avellaneda, 2005). En el futuro inmediato las actividades del *fracking*, de no ser bien planificadas, tendrán impactos negativos, que tienen como referencia lo ocurrido en otras latitudes.

## Población y patrones de asentamiento

Los centros urbanos se han caracterizado por causar uno de los mayores impactos al medio natural ya sean directos o indirectos, a través de diversos modelos de poblamiento, ocupación y urbanización asociados a condiciones demográficas, sociales, económicas, espacio-funcionales y ambientales. A su vez, la colonización del territorio conlleva el desarrollo de diversos sectores económicos previamente considerados por el presente estudio y que en general están asociados con actividades agropecuarias e industriales (IAVH *et al.*, 2011).

Como se mencionó anteriormente, las zonas costeras son las receptoras de los procesos antrópicos de regiones aledañas y, por tanto, reciben una gran cantidad de contaminantes y sedimentos a través de los cursos de agua. La región Caribe, por ejemplo, recibe las aguas provenientes de la región Andina, la cual alberga el 90% de la población del país. A su vez, el crecimiento demográfico de la costa Caribe ha aumentado de manera significativa, principalmente en los núcleos urbanos de Barranquilla, Cartagena y Santa Marta, donde ingresa la mayoría de población desplazada. Dicha población se desplaza a las ciudades con el objetivo principal de conseguir una mejor calidad de vida en cuanto a condiciones sociales (educación y salud), económicas (empleo o autoempleo) y políticas (desplazamiento a zonas libres de problemas de orden público).

Las comunidades que habitan las islas de San Andrés, Providencia y Santa Catalina se caracterizan por tener las condiciones más deficitarias del país, situación que a nivel ecológico se ve agravada por ser uno de los territorios de mayor densidad de población del mar Caribe. En contraste, la región Pacífica es una de las áreas menos pobladas del país, pero también se caracteriza por la precaria situación de sus habitantes debido a la carencia de servicios públicos como el alcantarillado, cuya cobertura es del 10% en las zonas urbanas y del 2% en las áreas rurales (MMA, 2000).

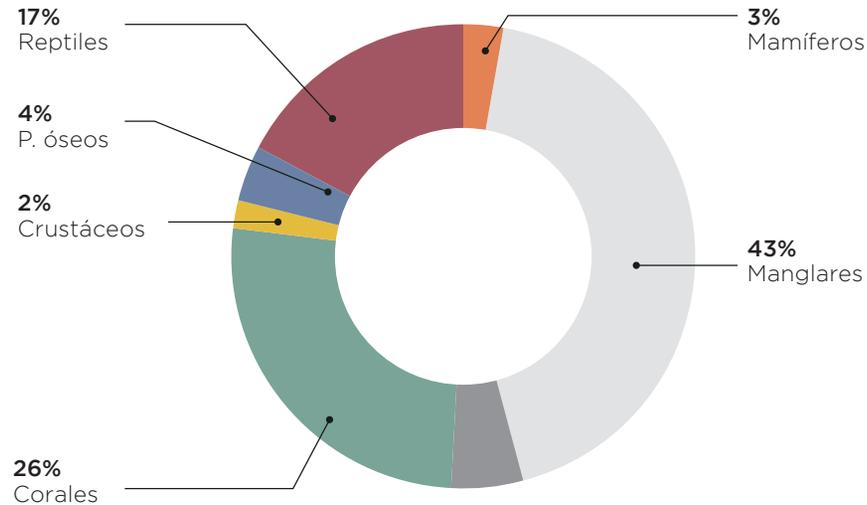
La ausencia de sistemas de recolección de basuras y tratamiento de aguas no solo se presenta en las regiones costeras, sino que es un problema generalizado que ha causado el grave estado actual de contaminación de los ríos más importantes de Colombia. Contrario a lo que se suele pensar, el sector doméstico (no el industrial) es la fuente principal de vertidos

a los sistemas hídricos. Entre los tipos de contaminación doméstica se encuentran los físicos (desperdicios sólidos), los químicos (sustancias orgánicas e inorgánicas como residuos de petróleo, residuos industriales, como plaguicidas, metales pesados, etc.) y los biológicos (microorganismos presentes en las aguas servidas, entre otros). Como se ha mencionado anteriormente, el alto nivel de polución de las aguas por desechos domésticos en Colombia yace en el bajo nivel de cobertura del servicio de alcantarillado, pero además en que solo el 1% de estas aguas recogidas son llevadas a plantas de tratamiento, de las cuales únicamente el 40% cumplen con los estándares de emisión (Contraloría, 2003).

Según la revisión bibliográfica, las diferentes especies de manglar son el principal recurso hidrobiológico afectado negativamente por las poblaciones humanas y sus patrones de asentamiento. Esto se explica por la relación que existe entre el aumento de la población humana en las regiones costeras (especialmente la región Caribe) y las diversas alteraciones de los procesos hidrológicos y geomorfológicos seguidos por cambios en la estructura y funcionalidad de los ecosistemas de manglar. Los asentamientos humanos tienen una demanda alta de agua potable, lo cual disminuye su disponibilidad en el medio y altera los ecosistemas estuarinos y marinos por el aumento en la salinidad (Uribe y Urrego, 2009).

El segundo grupo funcional afectado por la población y los patrones de asentamiento humanos son los arrecifes de coral. Este tipo de impacto sobre los corales ha sido muy poco estudiado incluso en el caso del río Grande de La Magdalena, el cual es el mayor contribuyente de aguas continentales y sedimentos del mar Caribe. En el caso de las Islas del Rosario, aún se debate si la reducción de sus poblaciones de coral en un 77% se debe al flujo de materiales provenientes del río Magdalena cuya pluma se extiende por más de 90 km desde su desembocadura. Sin embargo, la mortalidad del coral en esta biorregión, como ha ocurrido en otras del Caribe colombiano, parece ser el resultado multifactorial del efecto de la exposición al agua dulce (blanqueamiento del coral), la carga de sedimentos y nutrientes (aumento en la población de macroalgas que compiten por el sustrato), la presencia de contaminantes, el turismo y la extracción directa de estructuras de coral (Restrepo, Otero, y Casas, 2012) (figura 13).

**Figura 13.** Grupos funcionales afectados por las poblaciones y los patrones de asentamientos humanos  
Fuente: *Inveemar, 2013.*



La contaminación por aguas servidas y la sedimentación aumentan la turbidez del agua, lo que ocasiona un descenso en la capacidad fotosintetizadora y, por tanto, un desequilibrio en el éxito de la simbiosis coral-alga. Adicionalmente y directamente relacionados con las poblaciones humanas y sus patrones de asentamiento, existe la modificación de la línea de costa debido a la construcción de diversas estructuras (muros de contención, escolleras y rellenos) que alteran la dinámica litoral e interrumpen los procesos de ajustes morfológicos costeros. En lugares donde esta clase de intervención humana ha sido controlada y actualmente no es permitida, las tasas de erosión han declinado en un 85% en las pasadas décadas, lo que demuestra que unas medidas de conservación efectivas y su respectivo seguimiento por parte de las autoridades no solo puede evitar un mayor impacto antrópico en los ecosistemas, sino que además abre la oportunidad de remediar y recuperar el medio natural (Restrepo, Otero, y Casas, 2012).

El tercer grupo que resulta afectado por la población humana y sus patrones de asentamiento es el de los reptiles asociados a los ecosistemas marinos y costeros, como caimanes, babillas y tortugas marinas.

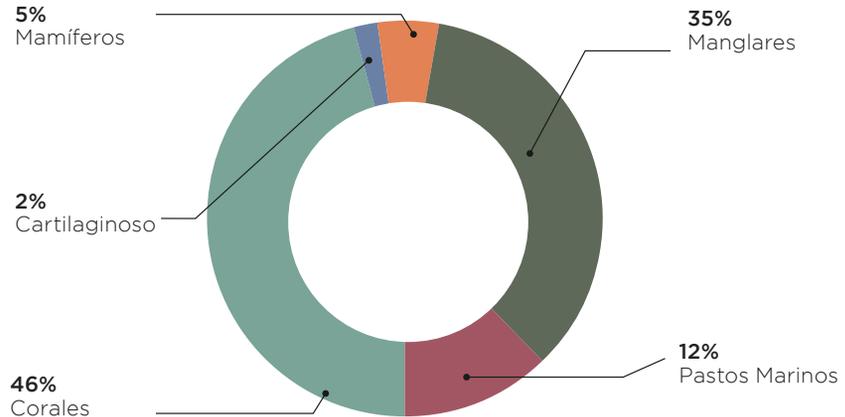
Respecto a los dos primeros, su nivel de impacto recae en la caza y la degradación de su hábitat de aguas lénticas y bosques de manglar a causa de diversos factores, como se ha mencionado anteriormente. En el caso de las tortugas, la situación es más compleja debido al uso que se le da a su carne, sus huevos y al territorio que necesitan para anidar (las playas). A pesar de ser un grupo más o menos estudiado, las investigaciones realizadas llegan a ser demasiado puntuales, carentes de continuidad o estandarización en cuanto a una metodología que permita compararlas con estudios recientes (Pavía y Monterrosa, 2007).

### Puertos y transporte marítimo

Debido al aumento en la movilización de carga a través de los puertos marítimos, actualmente estos realizan operaciones de expansión para cumplir con las demandas requeridas. Por ejemplo, durante el período 2001-2010, la carga movilizada a través de las zonas portuarias de la región Caribe casi duplicó su volumen, al pasar de 70 a 132 millones de toneladas (Aguilera *et al.*, 2013). Dicho crecimiento debe ser cuidadosamente planeado y supervisado considerando los impactos que causa en el medio ambiente, relacionados con la destrucción y/o alteración de los ecosistemas de manglar, modificaciones de la hidrodinámica de ciénagas y estuarios, alteraciones de la línea de costa y fondos marinos debidos a dragados, sedimentación y posibles derrames y vertidos de sustancias tóxicas y desechos. Además de estos impactos, el desarrollo general de las actividades portuarias genera una disminución de la calidad del agua por eutrofización y consecuente descenso del oxígeno disponible para los organismos, así como alteraciones en las condiciones físicas y químicas del agua y los sedimentos (salinidad y temperatura), ocasionadas por descargas de efluentes (MMA, 2000). Las alteraciones del medio natural mencionadas conllevan una pérdida de biodiversidad y un cambio estructural de los ecosistemas costeros cuyas consecuencias específicas han sido muy poco estudiadas (figura 14).

Según la bibliografía, las poblaciones de arrecifes de coral son las que se han reportado con mayor frecuencia (figura 14). Por los impactos anteriormente expuestos, las actividades portuarias y de transporte

**Figura 14.** Especies reportadas como receptoras de los diversos impactos ocasionados por las actividades de puertos y transporte marítimo



marítimo también afectan directamente a otras comunidades propias de los fondos marinos, como es el caso de las praderas de fanerógamas (pastos marinos) y especies bentónicas. Sin embargo, de estas últimas son escasos los estudios realizados con respecto al nivel de afectación por esta actividad económica. El impacto sobre el bosque de manglar se evidencia de manera directa y casi siempre irreversible, en la tala sistemática, como consecuencia del uso del suelo para fines de construcción de infraestructuras portuarias.

En cuanto a legislación, Colombia ha firmado tratados internacionales (Marpol 1973-1978) y adoptado una normativa nacional capaz de ofrecer los mecanismos de prevención de desastres marítimos a través de las facultades otorgadas a la Armada Nacional para controlar y vigilar eventos de contaminación de aguas (Decreto 1879 de 1979 y Ley 99 de 1993), así como a la Dirección General Marítima (Dimar), creada en 1952, cuya tarea es prevenir, preservar, proteger y conservar el ambiente marino, así como también promover la investigación científica y el aprovechamiento de los recursos marinos (Artículo 5 del Decreto ley 2324 de 1984). Estas dos autoridades se articulan mediante el cumplimiento de sus funciones por medio de la Dirección de Control Ambiental para el monitoreo de

áreas tanto costeras como de alta mar. Los posibles siniestros o accidentes marítimos que lleven al derrame de sustancias contaminantes están contemplados en el Decreto Ley 2324 de 1984, el cual contempla las definiciones, los procesos y las sanciones pertinentes (Carvajal, Nariño, y Ospina, 2004).

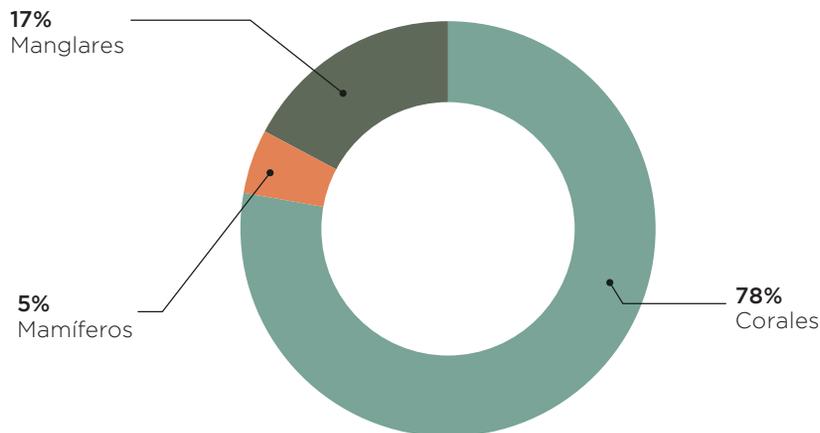
Además de eventos de contaminación por hidrocarburos o sustancias tóxicas, se debe tener en cuenta el transporte marítimo que colisiona directamente con organismos de gran tamaño e importancia como las ballenas, los cetáceos, los manatíes y las tortugas marinas. Desafortunadamente no existen estudios sobre el tema, ni se cuenta con un censo de ninguna de estas poblaciones a nivel nacional, por tanto, pertenecen a la lista de organismos más desconocidos del recurso hidrobiológico nacional. Los pocos registros obtenidos son de varamientos y avistamientos de cadáveres en donde se ha logrado determinar la causa de la muerte por colisión con embarcaciones (Trujillo *et al.*, 2013).

### Turismo y recreación

En la actualidad el turismo es uno de los principales motores de la economía de las regiones costeras y cuyo crecimiento es uno de los mayores del sector terciario para el período 2001-2010 (5,3 % anual). Dicho crecimiento económico viene dado por el aumento en la actividad hotelera y otros servicios como restaurantes y bares. La mejoría en las condiciones de seguridad en las vías ha conllevado un incremento en la movilización de turistas de cerca del 13 % promedio anual entre los años 2004 y 2010. El transporte de personas por vía aérea tanto nacional como internacional también ha aumentado en un 73 % y un 9 % respectivamente; el 70 % del total de pasajeros movilizados llegan a las ciudades de Cartagena, Barranquilla y San Andrés Islas (Aguilera *et al.*, 2013). Sin embargo, en la actualidad el turismo se está viendo afectado por los evidentes impactos que, junto con las demás actividades económicas, causa sobre los ambientes naturales. La actividad del turismo ejerce una de las presiones más considerables debido a las limitaciones en infraestructura presentes en las zonas urbanas y rurales de las regiones costeras que carecen de medios para hacer el correspondiente tratamiento de desechos generados por la población estacional.

Además, la oferta turística abre cada vez más su territorio de operación, y llega a lugares antes resguardados del impacto del turismo en los cuales se termina por causar alteraciones drásticas a través de la construcción de infraestructura, rellenos de zonas de inundación e invasión de playas, que carecen de los permisos reglamentarios. En el caso de región Pacífica el turismo es incipiente, aunque esta condición puede cambiar de manera abrupta debido a su potencial en recursos naturales (MMA, 2002). El impacto que el turismo y la recreación causan en los recursos hidrobiológicos ha sido estudiado en su mayor parte en las poblaciones de corales, seguidas por los bosques de manglar y los mamíferos, particularmente en la ballena jorobada (*M. novaeangliae*) (figura 15).

Las poblaciones de coral se ven afectadas por el turismo de manera directa debido a las actividades de submarinismo y navegación irresponsables, así mismo, de manera indirecta, por la elevada polución y vertimientos de desechos al mar. En las dos primeras, el resultado es la fragmentación del coral a causa de impactos físicos de aletas, anclas, entre otros (Restrepo, Otero, y Casas, 2012).



**Figura 15.** Impactos del turismo y la recreación sobre los recursos hidrobiológicos  
Fuente: Invemar, 2013.

En el caso de los bosques de manglar el impacto es el discutido anteriormente en otras actividades económicas y que se relaciona con la tala y la degradación de las condiciones ambientales. Al mismo tiempo, y como ocurre con los corales, los bosques de manglar son la base de ecosistemas de alta productividad y diversidad donde existe un delicado balance entre las comunidades que los habitan. Los bosques de manglar y las ciénagas son el hábitat de especies como la babilla (*C. crocodilus fuscus*) y el cocodrilo (*C. acutus*), cuyas poblaciones se ven afectadas por la práctica de deportes acuáticos con botes de motor o motos acuáticas y en algunos casos sus riberas son transformadas para la formación de playas o simples elementos paisajísticos, como es el caso de los campos de golf (Moreno-Arias *et al.*, 2013).

El turismo de avistamiento de mamíferos marinos cobra cada más importancia ya que a nivel mundial ha presentado un crecimiento mayor que otras actividades turísticas. En Colombia, entre 1998 y 2006, esta actividad aumentó un 18%, lo que benefició la economía de poblaciones costeras del Valle del Cauca y Chocó. Allí, los avistamientos se concentran sobre todo en las ballenas jorobadas (*M. novaeangliae*), en el delfín moteado (*Stenella attenuata*) y en el delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*). A pesar de este beneficio, este tipo de turismo se ha caracterizado por su informalidad y por su mal manejo y control que han conllevado al cambio comportamental durante la reproducción, cuidado parental, alimentación y descanso que amenazan con la supervivencia de las especies. En efecto, algunos estudios han comprobado que las ballenas han aumentado su tiempo de inmersión, velocidad de natación y desplazamiento debido al acoso de las embarcaciones (Correa, 2009; Ávila y Correa, 2010).

Como respuesta, en el año 2001 se estableció la normatividad de los avistamientos que exigen no acercarse a más de 200 m de las ballenas, regular la velocidad de las embarcaciones, navegar en dirección paralela al individuo, durante un tiempo máximo de 30 minutos y solo pueden navegar cinco embarcaciones por grupo de ballenas (Dimar, 2001).

El turismo responsable de contacto con la naturaleza puede llegar a ser la mejor herramienta para la conservación de los recursos naturales a través de la educación del turista y la capacitación de las comunidades

anfitrionas y operadores de turismo. Además, se obliga a las autoridades y pobladores a cuidar su entorno para mantener la afluencia del turismo ecológico que exige unas condiciones ambientales óptimas para el avistamiento de fauna y flora. Para el turismo común, la presencia de basuras y de aguas negras cerca a los sitios de playa son los factores más importantes a la hora de decidir el sitio de visita y, desafortunadamente, estos son elementos comunes en nuestras costas (Buitrago-Rangel *et al.*, 2013).

Por tanto, existe una necesidad urgente de programas de planificación y manejo de las costas colombianas debido a su degradación por actividades antropogénicas. Es imperativo solucionar el problema de las basuras y el tratamiento de las aguas servidas a través de la instalación de redes de alcantarillado y su respectivo mantenimiento. La situación de afectación se resume en la tabla 5.

**Tabla 5.** Porcentaje de afectación sobre los grupos funcionales a partir de las actividades económicas

Actividades económicas	Porcentaje de afectación sobre grupos funcionales								
	Man-glares	Molus-cos	Corales	Crus-táceos	Peces óseos	Repti-les	Mamí-feros	Peces cartila-ginosos	Pastos marinos
Agricultura	46%	5%	37%	1%	7%	2%	2%		
Actividad minera	3%	1%		1%	92%			3%	
Poblaciones humanas y patrones de asentamientos humanos	43%	5%	26%	2%	4%	17%	3%		
Puertos y transporte marítimo	35%		46%				5%	2%	12%
Turismo y recreación	17%		78%				5%		
Pesca y acuicultura	10%	7%	26%	5%	20%	17%	2%	13%	

Fuente: Elaboración propia a partir de Invemar, 2013.

## Calidad ambiental en los ecosistemas marino-costeros insulares y continentales

La contaminación marina en Colombia es ocasionada por el inadecuado tratamiento y disposición de los residuos líquidos y sólidos de las poblaciones y actividades socioeconómicas que se desarrollan tanto en las zonas costeras como al interior del país (Invemar, 2017). Adicionalmente, los eventos de emergencia ambiental, como derrames de petróleo crudo de forma intencional o accidental, con planes de contingencia deficientes, contribuyen al deterioro de los ecosistemas marinos y costeros del país, y a que los recursos presenten eventos de bioacumulación y biomagnificación de elementos y compuestos, que los hacen inocuos para el consumo humano.

De hecho, los residuos generados o derramados no siempre son manejados de manera adecuada, y contienen materia orgánica, nutrientes, hidrocarburos del petróleo, residuos de plaguicidas, metales pesados, microorganismos de origen fecal y residuos plásticos que son vertidos directamente al mar o a los ríos que, a su vez, desembocan en el mar. Como consecuencia, la calidad ambiental marina en algunos sitios del país como las bahías de Santa Marta y Cartagena, el golfo de Urabá, los manglares de Tumaco, entre otros, se ve afectada negativamente (Invemar, 2015; 2016; 2017; 2018).

El programa nacional de monitoreo de la Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia (Redcam), como soporte técnico de las autoridades ambientales con jurisdicción marina, ha apoyado la ejecución de las estrategias del gobierno nacional para la caracterización.

Entre las causas y tensiones del cambio en los ecosistemas marinos y costeros y sus servicios, entre los indicadores de presión determinados por el Invemar (2018), que terminan con el inventario actualizado de las fuentes antropogénicas marítimas y terrestres de contaminación (FTCM), reportan que entre las actividades y fuentes identificadas se consideran de mayor importancia y alto impacto, los residuos que genera la población costera, las descargas de los ríos, las escorrentías agrícolas y urbanas, la minería y el turismo.

Según el Departamento Administrativo de Estadística (DANE, 2013), en los 47 municipios costeros de Colombia habitan 5 792 191 personas, distribuidas en un 85 % en la costa Caribe y 15 % en el Pacífico, quienes cuentan con una muy baja cobertura de saneamiento básico, lo cual representa una problemática ambiental que requiere atención por parte de las administraciones municipales y del gobierno nacional. Cabe aclarar que no es suficiente contar con una alta cobertura de estos servicios (al 100 %), si los residuos generados y recolectados por el prestador del servicio no reciben un adecuado manejo, tratamiento y disposición final, pues su impacto en el ambiente marino y costero será negativo.

Según Superservicios (2014a; 2014b; 2015; 2016), la producción estimada de residuos sólidos para los años 2013, 2014 y 2015 fue de 3674, 3535 y 3502 toneladas al día respectivamente. Más del 90 % de estos residuos se generaron en la costa Caribe, lo que está relacionado con el tamaño de la población; en consecuencia, las ciudades que más residuos sólidos produjeron fueron Barranquilla, Cartagena y Santa Marta, en el Caribe, y Buenaventura y Tumaco, en el Pacífico. El 55 % de los municipios disponen sus residuos en rellenos sanitarios, 23 % en botaderos a cielo abierto, 11 % en celdas transitorias y 11 % en cuerpos de agua naturales (Invemar, 2018).

Otra problemática son las descargas de los tributarios o afluentes que desembocan en las costas del Caribe y Pacífico, que traen consigo contaminantes producidos por las actividades socioeconómicas que se desarrollan a lo largo de su cuenca, como asentamientos humanos, agricultura, ganadería, minería, industria, entre otros, y que llegan a estos sistemas por el manejo inadecuado de residuos sólidos y líquidos que reciben poco o nulo tratamiento antes de ser vertidos a suelos y cuerpos de agua. Como consecuencia, se produce la entrada de materia orgánica, sólidos suspendidos, residuos sólidos, hidrocarburos, metales pesados y otros contaminantes que deterioran la calidad de las aguas marinas y costeras, lo que produce efectos en los ecosistemas de manglar, arrecifes de coral, pastos y playas, y afectan la diversidad biótica y los servicios ecosistémicos que estos prestan (Buitrago-Rangel *et al.*, 2013; Invemar, 2017) (figura 16). De hecho, según el Ocean Health Index, Colombia se encuentra entre los 221 países con ZEEs en el puesto 192, lo que corresponde con lo anteriormente descrito.

Asimismo, el panorama en Colombia se relaciona con la situación mundial, pues la salud de la masa de agua que conforma los océanos está en estado crítico. Pese a su contribución vital en la erradicación de la pobreza, la seguridad alimentaria mundial, la salud humana, el desarrollo económico y su función en el cese del cambio climático, nuestros océanos están cada vez más amenazados, degradados y destruidos por las actividades humanas, lo que reduce su habilidad para proporcionar su apoyo crucial a nuestros ecosistemas. En la actualidad, la presión sobre los ecosistemas costeros y marinos sigue creciendo, debido al aumento de las comunidades que viven en las costas, lo que pone un estrés mayor sobre sus recursos. Esta tendencia continuará dado el previsible aumento de la población.

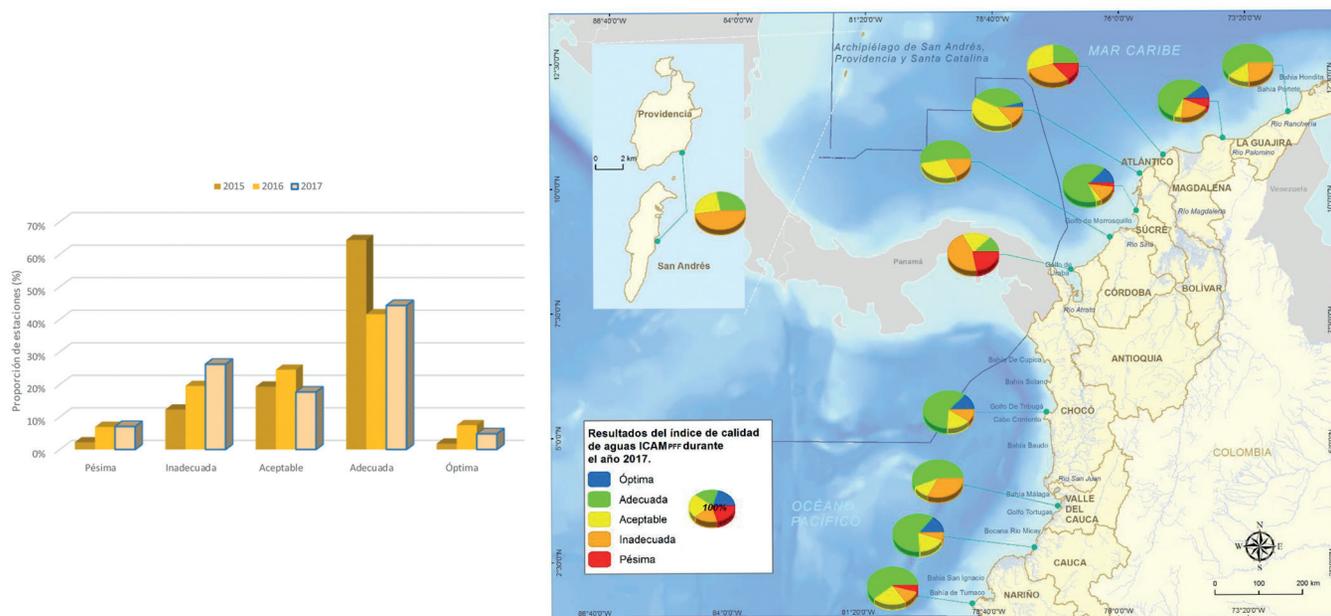


Figura 16. Calidad de las aguas marinas y costeras  
Fuente: Invermar, 2017.

Actualmente, el 30% de las pesquerías están sobreexplotadas, mientras que el 50% están completamente explotadas. Los hábitats costeros están bajo presión, con la pérdida de aproximadamente el 20% del coral y la degradación del otro 20%. Los desechos de plástico matan un millón de pájaros y cerca de cien mil mamíferos marinos al año. Se estima que el 80% de la polución marina procede de actividades en la tierra. Más aún, los grupos vulnerables, como las mujeres, los niños, los indígenas, las comunidades costeras y los países con una gran dependencia de los océanos y sus recursos marinos están especialmente afectados.

En este panorama, la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre este asunto representa una oportunidad única e inestimable para que el mundo revierta el deterioro de la salud de los océanos y los mares con soluciones concretas. La Conferencia también promoverá el avance del Objetivo 14 (Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible) de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que es parte de la agenda 2030 adoptada por los 193 estados miembros de la ONU en 2015. El objetivo hace un llamamiento para conservar y usar de forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos.

Extensa podría ser la relación de los problemas medioambientales de los recursos acuáticos continentales, pero un apretado resumen puede dar cuenta de la problemática existente.

Fisicoquímicamente hablando, las descargas municipales son una de las principales fuentes de contaminación de las aguas superficiales de Colombia. Los ríos Bogotá, Medellín, Chicamocha, alto Cauca, Lebrija y Chulo presentan deterioro en la calidad de sus aguas como consecuencia de la intensa actividad social y económica (Ideam, 2004). En el país, el caudal de aguas residuales generado por los centros urbanos es de 67 m<sup>3</sup>/s, Bogotá representa más del 15,3%, Antioquia el 13%, Valle del Cauca el 9,87% y los demás departamentos se encuentran por debajo del 5% (Ideam, 2004; MAVDT, 2010).

La contaminación orgánica por adición de fósforo y/o nitrógeno afecta principalmente a las cuencas, subcuencas y ríos como el Magdalena-Cauca, Guarapas, Suaza, Páez, Neiva, Fortalecillas, Cabrera, Prado, Saldaña, Recio,

Opia, Totaré, Gualí, Cimitarra, Quinamayo, Palo, Amaime, Cerrito, Gua-bas, Guadalajara, Mediacanoa, Tuluá, Bugalagrande, La Miel y Chinchiná (MAVDT, 2010; MADS 2012). La materia orgánica generada por las actividades industriales en el 2008 fue de 639 765 t/año<sup>-1</sup> (1,752 t/día), las actividades de fabricación de papel, cartón y productos de papel y elaboración de productos alimenticios, bebidas, fabricación de sustancias y productos químicos fueron las que mayor carga generaron (MAVDT, 2010; MADS, 2012). Este tipo de contaminación es reconocida actualmente como uno de los procesos más importantes de pérdida de los servicios ecosistémicos, al producir eutrofización de las aguas, disminución del oxígeno disuelto (OD), cambios drásticos en la acidez, malos olores y crecimiento incontrolado de plantas acuáticas y toxicidad, por la presencia de algas cianofíceas tóxicas (Burke y Maidens, 2004; Rockström *et al.*, 2009; MADS, 2012).

En la cuenca Magdalena-Cauca, los impactos son muy altos debido al poco tratamiento de las aguas. En el cauce principal del río la calidad varía de acuerdo al aporte de los afluentes. Así, en el alto Magdalena el OD del río varía entre 5,9 mg/l y 6,9 mg/l, en el Magdalena medio de 6,3 mg/l, a 5,3 mg/l, y de 5,2 mg/ a l, 5 mg/l en el bajo Magdalena. El río, debido a la constancia y nivel de descargas, denota una baja capacidad de acción autodepuradora (MAVDT, 2010). En la cuenca media del río Grande de La Magdalena, la calidad disminuye como consecuencia de los aportes generados por los centros poblados de Barrancabermeja, Puerto Triunfo y Puerto Salgar, así como otros ríos tributarios como el Carare (Cimitarra), el Opón (Simacota) el Minero (Borbur) y el Negro (Guaduas y Puerto Boyacá) (MAVDT, 2010), sumado a los aportes del Cauca y otras descargas aguas abajo. De esta manera, la cuenca baja del Madalena presenta una calidad inferior.

En la cuenca alta del río Cauca, el OD es de 6,5 mg/l, 180 km río abajo, este disminuye 1,5 mg/l, y posteriormente a 450 km asciende a 3,5 mg/l, como consecuencia de los aportes recibidos (MAVDT, 2010).

Uno de los afluentes de mayor importancia en cuanto a su efecto contaminante es el río Bogotá. Antes de pasar a la ciudad capital, este río presenta un valor de demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 11 mg/l, una demanda química de oxígeno (DQO) de 41 mg/l y sólidos

suspendidos totales (SST) de 24 mg/l. Luego de su recorrido por Bogotá las concentraciones pasan a ser 97 mg/l de DBO, 291 mg/l de DQO y 124 mg/l de SST. Los aportes diarios por contaminantes a la entrada de Bogotá son 12,62 t/día de DBO, 52,07 t/día de DQO y 31,35 t/día de SST y a la salida de Bogotá, de 232,31 t/día de DBO, 710 t/día de DQO y 389,86 t/día de SST (MAVDT, 2010).

En la Orinoquía, la contaminación por mercurio a partir de estudios reportados denota acumulación del metal aguas del río Inírida en un tramo de aproximadamente 80 km de cauce, entre los rápidos de Mavicure y el poblado de Chorrobocón, también en algunos ambientes acuáticos conexos, como los caños Espina, Mata Palo y caño Piapoco, caño Tonina, lago Gente y caño San Joaquín. En Chorrobocón aguas arriba (punto de referencia o patrón), el valor es menor a 1,2 ug/l, tanto en los sedimentos como en la mezcla agua-sólidos suspendidos. Aguas abajo, luego de un recorrido de 200 m fluviales, se detectaron en la mezcla agua-sedimento las mayores concentraciones de mercurio (8,7 ug/l), lo que se corresponde con concentraciones en sedimentos de 0,89 mg/kg (Rueda, 2007). Trujillo *et al* (2010) reportan concentraciones de mercurio de hasta 1,30µg/g en el tejido muscular de peces, en cuatro fuentes hídricas del Orinoco, cifra que supera el límite permisible de la OMS para la salud humana (0,50µg/g).

En relación con la presencia de metales pesados, en la cuenca media del río Bogotá, en la salida de Bogotá —a la altura de Girardot— se registra carga cercana a los 900 kg/día, los principales metales presentes son cromo (430 kg) y zinc (410 kg) (Ideam, 2004). Respecto al zinc en sedimentos, entre las corrientes más afectadas está el río Risaralda (municipio de La Virginia) y el río Negro (Puerto Salgar) (MAVDT, 2010).

El mercurio en aguas del complejo de humedales de la Depresión Momposina alcanza niveles de 0,08 y 0,09 mg/l, en los municipios de Barranco de Loba, Hatillo y San Martín de Loba, y en las ciénagas de El Sapo y Colombia, valores muy superiores a los establecidos en el Decreto 1594 de 1984 como admisibles para mercurio en agua (0,002 mg/l) y mercurio en sedimentos (0,0001 mg/kg). Este último es superado en algunos sectores mineros del bajo Cauca donde se reportan valores de hasta 0,25 mg/kg (Silva *et al.*, 2010).

En esta misma región se presentan niveles elevados de mercurio en peces de amplio consumo humano, con concentraciones en sus tejidos que varían en el rango de 0,02 a 2,67 mg/g. Las especies de las que se poseen registros de niveles de mercurio en sus tejidos incluyen: comelón (*Hoplias malabaricus*), doncella (*Ageniusus pardalis*), dorada (*Brycon moorei*), blanquillo (*Sorubim cuspicaudus*), mojarra (*Caquetaia kraussii*), viejito (*Cyphocharax magdalenae*) y bocachico (*Prochilodus magdalenae*) (Galiano-Sedano, 1976; 1977; 1979; Gómez, Martínez, y Podlesky, 1995; Silva *et al.*, 2010). Estos mismos estudios reportan la presencia de cianuro en el agua de la Depresión Momposina en niveles superiores a los admisibles para el mantenimiento de la flora y la fauna (0,05 mg/l), se registran valores de hasta 0,12 mg/l en las ciénagas de El Sapo y Colombia. La minería en Caucasia (Antioquia) en el año 1998 generó aportes en mercurio metálico de 270 kg/día y de 9553 t/día en sedimentos (Pulido, 1985; Universidad de Antioquia, 1988).

Ante las cifras citadas, es evidente la imposibilidad del Gobierno nacional de controlar y supervisar la actividad minera tanto legal como ilegal, lo que explica que Colombia sea el segundo lugar del mundo con mayor contaminación de mercurio tanto en aire como en agua. Sumado a esto, la actividad de extracción de oro descarga entre 50 y 100 toneladas de mercurio al ambiente, lo que hace de Colombia el primer país a escala global por contaminación per cápita del mundo (Veiga, 2010).

## Salud general de los ecosistemas

El panorama de la salud de los ecosistemas terrestres, marinos o continentales, no es propiamente el mejor y las tendencias hacia una mejora no son alentadoras. La contaminación de nuestros océanos es un peligro para los cientos de ecosistemas marinos y solo ahora tenemos conciencia, por ejemplo, de la contaminación por plásticos. Los estudios han demostrado que el 88 % de la superficie de los océanos está contaminada con plástico. Esta problemática lleva años, pero últimamente se ha visto un

gran impacto negativo que abarca desde los ríos hasta los mares (Naciones Unidas, 2017). Los residuos sólidos como bolsas, espuma y otros desechos vertidos en los océanos desde tierra o desde barcos en el mar acaban siendo con frecuencia alimento de mamíferos marinos, peces y aves que los confunden con comida, con consecuencias a menudo desastrosas. Las redes de pesca abandonadas permanecen a la deriva durante años, y muchos peces y mamíferos acaban enredados en ellas. En algunas regiones, las corrientes oceánicas arrastran billones de objetos de plástico en descomposición y otros residuos hasta formar remolinos gigantes de basura (Compromiso RSE, 2016).

El mundo se comprometió en Nairobi a acabar con la contaminación al cierre de la Asamblea de la ONU para el Medio Ambiente, donde se registraron casi 2,5 millones de promesas de gobiernos, sociedad civil, empresas e individuos que potencialmente mejorarán la vida de millones de personas en todo el planeta. Si se cumplen todos los compromisos asumidos en la cumbre, 1490 millones más de personas respirarán aire puro, 480 000 kilómetros de costas en el mundo estarán limpias y se dispondrá de 18,6 millones de dólares para la investigación y el desarrollo de programas innovadores en contra de la contaminación (Naciones Unidas, 2017).

En la Asamblea también se aprobaron trece resoluciones no vinculantes y tres decisiones. Entre ellas, medidas para enfrentar la basura marina y los micro plásticos, prevenir y reducir la contaminación del aire, eliminar el plomo de la pintura y las baterías, proteger los ecosistemas hídricos y controlar la polución en las zonas afectadas por los conflictos y el terrorismo (Naciones Unidas, 2017).

Respecto a los ecosistemas continentales, la Convención Ramsar (2018, p. 3), establece de manera general sobre su estado que:

Los humedales naturales sanos y en funcionamiento son fundamentales para los medios de subsistencia humanos y el desarrollo sostenible. Si bien a escala mundial todavía cubren una superficie mayor casi tan grande como Groenlandia, los

humedales están disminuyendo rápidamente, con pérdidas del 35 % desde 1970, en los casos en que se dispone de datos. Por consiguiente, las plantas y los animales de los humedales están en situación de crisis, con una cuarta parte de las especies en peligro de extinción. La calidad de los humedales restantes también se ve afectada por el drenaje, la contaminación, las especies invasoras, el uso no sostenible, la perturbación de los regímenes de los flujos y el cambio climático. Sin embargo, los servicios ecosistémicos de los humedales, que van desde la seguridad alimentaria hasta la mitigación del cambio climático, son enormes y superan con creces a los de los ecosistemas terrestres.

### Ecosistemas marino-costeros e insulares

Colombia no está lejos de la situación mundial en donde el 80% de toda la contaminación en los mares y océanos proviene de actividades realizadas en tierra, de ahí que según el Ocean Health Index, Colombia se ubique en la posición 192 entre 221 países con zonas económicas exclusivas.

Ambientalmente hablando, se puede decir que respecto a la disminución de los recursos acuáticos —ecosistemas y poblaciones de organismos— se cuenta con las evidencias que permiten situar como causas la degradación de zonas de desove y cría tanto para aguas continentales como marinas, debido al uso de artes no selectivos, métodos de pesca inadecuados, deforestación, sedimentación, inadecuada cobertura de los servicios de saneamiento básico, contaminación de fuentes agrícolas e industriales, y minería, lo que produce mala calidad de las aguas. Se cuenta con evidencia de bioacumulación y biomagnificación de metales pesados en peces, coliformes termotolerantes, descargas de fosfatos, de sólidos suspendidos, de hidrocarburos, etc., situaciones consignadas en los diagnósticos que no se han asumido con la debida seriedad y responsabilidad, y que se asumen simplemente como un relato. Por ello, la gestión prudente de los ecosistemas y sus recursos es una característica clave del futuro sostenible. Sin embargo, en la actualidad, existe un continuo deterioro de las aguas costeras debido a la contaminación y la acidificación de los océanos, que está teniendo un efecto adverso sobre el funcionamiento de los ecosistemas y la biodiversidad (tabla 5).

## Ecosistemas continentales

El 24% de los sistemas de agua dulce evidencian algún grado de transformación por acciones humanas, entre los humedales más afectados se encuentran la Ciénaga Grande de Santa Marta, el valle medio del río Grande de La Magdalena, el valle del río Sinú, el San Jorge, el Atrato, el valle del río Cauca y el altiplano de Bogotá. De ahí que desde el año 2011, el Instituto Nacional de Salud en Colombia reveló que la mitad de los departamentos del país registran aguas contaminadas que se utilizan para el consumo humano, debido a los vertimientos que reciben de origen doméstico e industrial de las áreas más pobladas, ya que presentan resultados críticos en todas las variables, principalmente DBO5, OD, pH, entre otras.

El impacto generado por la actividad agrícola intensiva es preocupante, pues según el mismo estudio se estima un consumo de 25 000 toneladas de ingredientes activos (IA) en los últimos 25 años, lo que representa una intensidad de uso de alrededor de 6 kg de IA/ha cultivada. El número de estas sustancias que han sido sintetizadas es ya del orden de algunos miles, y en Colombia se utilizan actualmente alrededor de 300 ingredientes activos diferentes en casi un millar de formulaciones.

De acuerdo con el informe del control de la calidad del agua en Colombia 2003, de la Superintendencia de Servicios Públicos, de un total de 231 municipios evaluados, el 18% recibió agua apta para el consumo humano, es decir, 189 municipios recibieron agua no potable. De las pruebas analizadas, se concluye que el 95% del agua que se consume en el país no cumple con los parámetros biológicos y fisicoquímicos de calidad.

En conclusión, a nivel nacional, el 95% de las aguas residuales domésticas y agrícolas, y el 85% de las industriales, se vierten sin ningún tratamiento a los cuerpos de agua. Esto crea una reducción del OD que degrada los ecosistemas, la fauna y la flora, e introduce virus y bacterias a través de las heces humanas, lo que afecta a la salud; promueve eventos de cólera en épocas de sequía; reduce la productividad biológica; disminuye de la productividad de las tierras aledañas por riego contaminado y elevados costos en la potabilización del agua. Además, se debe añadir la contaminación por hidrocarburos y por metales pesados

## Peces, pesca y pesquerías

### La riqueza íctica

La riqueza íctica marino-costera e insular de Colombia está representada por aproximadamente 2000 especies de peces (Acero, 2006; Gracia *et al.*, 2011; Acero y Polanco, 2017). Los estudios sobre la biodiversidad acuática en el Caribe han identificado 1498 especies de moluscos, 239 de equinodermos, 990 de peces; mientras que en el Pacífico colombiano se registran 806 especies de peces, 551 especies de crustáceos, 459 especies de poliquetos y 30 especies de mamíferos marinos. De las 2000 especies ícticas, aproximadamente 449 se consideran de importancia comercial actual o potencial.

Respecto a los peces dulceacuícolas, los registros arrojan 1435 especies nativas agrupadas en 14 órdenes y 47 familias, de las cuales 311 aproximadamente son especies endémicas. Los órdenes con el mayor número de especies son characiformes (637 especies), siluriformes (524 especies), perciformes (124 especies) y gymnotiformes (74 especies); los restantes órdenes tienen de 1 a 35 especies (Maldonado-Ocampo, Vari, y Usma, 2008). Lo que representa a nivel global el 5% de la biodiversidad dulceacuícola y respecto a Latinoamérica el 29% (Maldonado-Ocampo y Usma-Oviedo, 2005; Maldonado-Ocampo, Villa-Navarro, y Ortega-Lara, 2006; Maldonado-Ocampo, Vari, y Usma, 2008). De las 1435 se registran 173 especies de interés comercial. Lo que representa a nivel global el 5% de la biodiversidad dulceacuícola y respecto a Latinoamérica el 29% (Maldonado-Ocampo, Vary, y Usma, 2008; Gutiérrez, 2010; Lasso *et al.*, 2011a). En el Seminario de Acictios, realizado el 18 y 19 de julio de 2019, se expuso que las especies dulceacuícolas son 1572.

### La pesca

Según la normatividad vigente, la pesca incluye la pesca industrial, la artesanal, la de subsistencia, la ornamental, la acuicultura y las diversas formas de comercialización, tanto en aguas marinas como continentales.

En términos de empleo y mano de obra, se estima que los pequeños productores acuícolas pueden ser 29 000, y cifras oficiales contabilizan 23 000 empleos directos (16.000 en la piscicultura y 7000 en la

camaronicultura), el subsector genera 120 000 puestos de trabajo, un tercio de los cuales está en las granjas en pequeña escala. Respecto a la pesca artesanal se tienen entre 67 000 y 150 000 pescadores artesanales, un tercio operando en las costas y dos tercios en aguas interiores (Lasso *et al.*, 2011b; Esquivel, 2014; FAO y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015). Alrededor de 10 000 a 15 000 puestos de trabajo adicionales están directamente vinculados a la pesca industrial. Para un total de 1,5 millones de personas empleadas de manera directa o indirecta por las actividades pesqueras, lo cual significa un poco más del 5 % del empleo nacional (Lasso *et al.*, 2011b; Esquivel, 2014; FAO y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015; Jiménez-Segura *et al.*, 2018).

En el Caribe no se dispone de toda la información para estimar un potencial pescable determinado, pero existen cálculos del rendimiento máximo sostenible para algunas especies consideradas importantes, que arrojan un potencial cercano a las 1886 t/año<sup>-1</sup>. Las pesquerías han tenido varias etapas de desarrollo, una de 1975 a 1995, con el registro de grandes variaciones, otra entre 1992 y el 2003 de altas producciones y una etapa de decaimiento hasta la fecha. El aporte a la pesca del Caribe no supera el 18 % de las pesquerías del país. La situación de los recursos pesqueros estudiados denota que están claramente amenazados, lo cual es más crítico si se tiene en cuenta que el mar Caribe no es un sistema altamente productivo (FAO y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015).

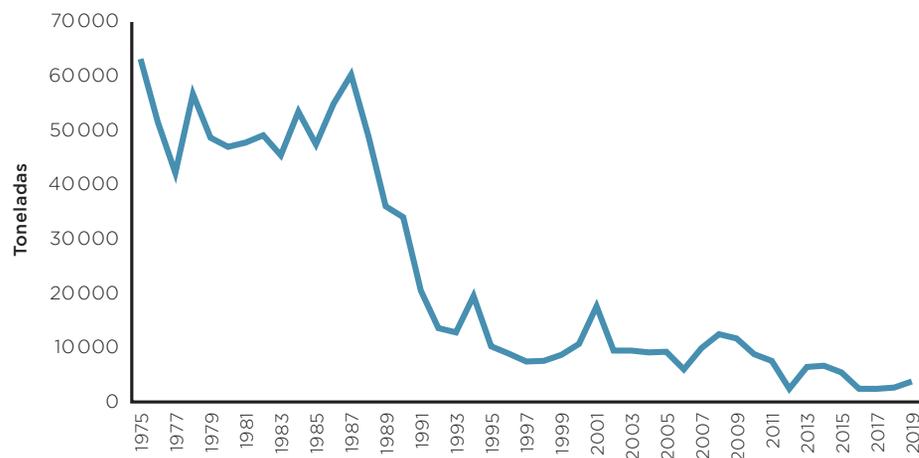
El océano Pacífico es el sector pesquero más productivo de Colombia, pero a su vez es el territorio más pobre y menos desarrollado. El potencial pesquero se ha calculado dentro del sistema de cuotas globales de pesca en 37 795 t/año<sup>-1</sup> representado por 84 especies registradas de un total de 250 inventariadas. Las capturas han variado desde un mínimo de 9136 t en el año 1983, a un máximo de 121 192 t en 1997; aunque los registros de desembarco para el 2017 fueron de 138 106 t. El 81 % de las poblaciones ícticas objeto de aprovechamiento por encima del límite de rendimiento sostenible (RMS) (Barreto y Borda, 2008; Barreto *et al.*, 2009; FAO y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2015).

Lo consignado está perfectamente identificado por la FAO y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, cuando en el documento *Política*

*integral para el desarrollo de la pesca sostenible en Colombia*, al igual que la OCDE (2014-2016) y el Institute for Marine Research-Norway (2018), expresan que entre las consecuencias comunes a todos los subsectores de la pesca se destacan la baja productividad, competitividad, rentabilidad y la disminución en la abundancia de los recursos pesqueros.

### Las pesquerías

Las aguas continentales son las que pesqueramente poseen el mayor estado crítico de sus poblaciones objeto de aprovechamiento. En 1976, el potencial pesquero de la cuenca del río Grande de La Magdalena se estableció entre 80 000 y 120 000 t/año<sup>-1</sup>, representado por 26 especies comerciales de un total registrado de 167 (Kapetsky, 1977; Gutiérrez y Barreto, 2011; 2019). La disminución de la producción desembarcada y registrada entre 1974 y 2017 se ha reducido en el 85 %, 81 especies se encuentran en algún grado de amenaza, contra las 41 en 2004. En las décadas de los setenta y ochenta la cuenca aportaba entre el 77 % y el 95 % de la pesca continental y respecto a toda la pesca nacional registrada ha pasado del 69,0 % al 15,12 % en 2017 (Gutiérrez y Barreto, 2019) (figura 17).



**Figura 17.** Desembarcos pesqueros en la cuenca del río Grande de La Magdalena, período: 1974-2019.

Fuente: información estadística pesquera INDERENA (1977-1990); Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura -INPA (1991-1999); INCODER, MADR, y CCI (2009-2010); AUNAP y SEPEC (2013, 2014 y 2015); Barreto, Borda y Gutiérrez (2020).

En el Atrato, en 2001, la cuenca media registró una producción de casi 5000 t/año<sup>-1</sup>. En ciénagas (65000 ha) la producción es de 1600 t/año<sup>-1</sup>, con origen en las migraciones del bajo Atrato. Las especies aprovechadas son 40, con diez comercialmente importantes. Las aproximaciones al estado de los recursos pesqueros denotan que las poblaciones parecen haber llegado a su rendimiento máximo sostenible (Lasso *et al.*, 2011b; Gutiérrez, Rivas-Lara, y Rincón-López, 2011; Jiménez-Segura *et al.*, 2018).

En la vertiente del Pacífico, la elevada escorrentía, los drenajes rápidos, la dilución de nutrientes, sumados a razones de orden geológico y biogeográfico, generan baja productividad y poblaciones ícticas igualmente reducidas, con registro de 39 especies. No se cuenta con información de las capturas y la que pueda existir está tan dispersa como las comunidades mismas, que tienen la percepción de la disminución de las poblaciones y prevención de consumo por los impactos de la contaminación antrópica (Lasso *et al.*, 2011a; Gutiérrez, Ortega-Lara, Sánchez, y Barreto, 2011).

En 1989, el río Sinú producía 2000 t/año<sup>-1</sup>, mientras que el río Canalete no hacía aportes significativos a la pesquería, destinada históricamente el 13 % para subsistencia y el 87 % para el comercio. Todas las poblaciones ícticas objeto de aprovechamiento están sobre aprovechadas debido a prácticas como el uso indiscriminado e ilegal de artes y aparejos de pesca y capturas por debajo de las tallas mínimas legales (Gutiérrez y Barreto, 2011a).

La Orinoquía posee estimaciones de captura por unidad de esfuerzo que varían entre los diferentes ríos, con cifras entre 60 kg/UEP/día y 5,66 kg/UEP/día. En el período de 1995 a 2009, los registros indican que los desembarcos anuales variaron entre 7742 t/año<sup>-1</sup> y 1024 t/año<sup>-1</sup>. Se comercializan 68 especies, de las cuales 10 son las más importantes. La biodiversidad está en alto grado de amenaza debido a las actividades antrópicas en la región, entre las que se cuentan la pérdida de la cobertura boscosa, reemplazada por cultivos para la ampliación de la frontera agrícola. Si bien los desembarcos pesqueros —todos a la baja— han permanecido estables en los últimos cuatro años, su sostenibilidad depende fundamentalmente de la conservación de los ecosistemas de la cuenca (Ramírez *et al.*, 2001a; Ramírez-Gil y Ajiaco-Martínez, 2001; Jiménez-Segura *et al.*, 2018).

En cuanto a la cuenca del Amazonas, los peces son una fuente muy importante de alimento y de lucro. En la pesca de subsistencia se utilizan más de 100 especies y los ribereños ingieren entre 100-500 g diarios de pescado de acuerdo con el lugar donde habiten. Mientras que, en la pesca comercial, 30 especies son las responsables de la dinámica socioeconómica que incorpora zonas pesqueras colombianas y de países vecinos, que se sustenta especialmente en bagres pimelódidos y algunos carácidos. La región pesquera más importante se ubica en Leticia e influencia regiones nacionales de Colombia y fronterizas, con Brasil y Perú, se estima un intercambio comercial de primera compra de USD 7 millones anuales.

El análisis de los estudios realizado incluye variables biológicas y pesqueras en bagres de la familia *Pimelodidae*, así como el componente humano y económico de esta actividad en la frontera de Colombia con Brasil y Perú, en un período de diez años. Los resultados encontrados son alarmantes para zonas fronterizas, debido a la alta proporción de peces capturados por debajo del tamaño mínimo permitido por la legislación pesquera colombiana (Agudelo, Alonso, y Moya, 2006). Asimismo, Agudelo (2015), apoyado en las características del ciclo biológico, parámetros de crecimiento y mortalidad del bagre (*Brachyplatystoma rousseauxii*) en la zona de frontera de Colombia con Brasil, determinó altos índices de mortalidad por pesca, indicativo de la alta presión sobre ese recurso, pues las tasas de explotación resultantes (0,63 a 0,72) señalan sobreexplotación. Simulaciones a largo término de las biomásas de las principales especies comerciales de bagres (familia *Pimelodidae*) para la pesquería que se realiza sobre el río Amazonas, con simulaciones sobre el comportamiento a futuro de la pesquería de bagres hasta el año 2035, mostraron que el pronóstico de los rendimientos de la pesquería no es alentador, pues el modelo estimó que el desembarque total seguirá disminuyendo durante los próximos años. De manera que la producción media de pescado estará pasando de 0,38 t/km<sup>2</sup> alcanzadas durante los mejores años de la pesquería (1997-2006), a una cifra cercana a las 0,16 t/km<sup>2</sup> en años futuros (2026-2035). Es decir, que si se continúa con la desordenada dinámica de pesca, acopio y comercialización de bagres, se van a generar fuertes consecuencias ambientales, sociales y económicas (Agudelo, 2015).

La acuicultura en Colombia ha tenido un crecimiento equiparable al crecimiento mundial de esta actividad, en promedio el 13 % anual durante los últimos 27 años, un comportamiento destacado especialmente en el campo de la mediana y pequeña acuicultura. La actividad ha ido reemplazando la producción pesquera nacional de extracción o captura, al punto que en el año 2011 representó el 51,4 % de la producción pesquera total, lo cual posiciona al país en el sexto lugar en orden de importancia de la acuicultura en América Latina (AUNAP y FAO, 2013). La acuicultura nacional, así como la global, se ha convertido en un frente productivo, que en el 2002 contribuyó con el 36 % del total de la producción pesquera nacional, en el 2011 con el 48 % (82 733 t) y en el 2017 con el 53 %, (120 000 t), cifra superior a la producción pesquera de las aguas continentales, lo que aportó al consumo interno el 80 % de su producción, pero no alcanza para superar la crisis productiva por la que atraviesan los recursos tanto marino-costeros, insulares y continentales, al punto que para el 2018, la producción nacional pesquera fue de 230 000 t, pero dado que se consumen 350 000 t/año<sup>-1</sup>, se importaron entre 100 000 y 150 000 t/año<sup>-1</sup>, para satisfacer el consumo que los más optimistas sitúan en 10 kg/per cápita/año<sup>-1</sup>. El valor de la producción acuícola ronda la cifra de los USD 222 millones anuales (FAO y MADR, 2015; Polanco, 2018).

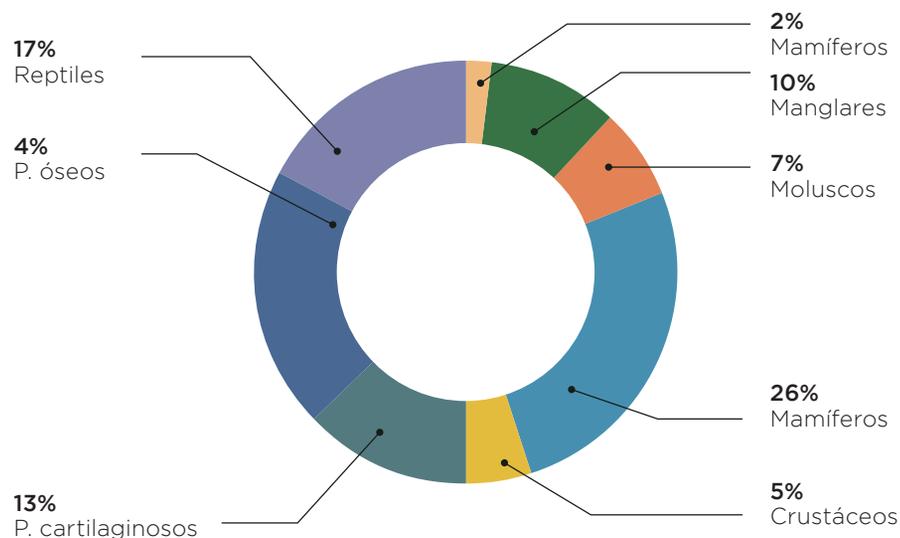
El aprovechamiento de peces ornamentales en Colombia inició hace aproximadamente 65 años y constituye un importante renglón en la economía nacional. Las poblaciones de peces ornamentales aprovechadas en Colombia ascienden a 444 especies, sin embargo, no se conoce información biológica y de la dinámica pesquera de gran parte de estas especies. Los peces ornamentales se encuentran distribuidos en todo el territorio nacional, las áreas de mayor extracción están relacionadas con las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas. Aproximadamente el 90 % de la producción se destina a la exportación, lo que constituye una fuente económica de soporte para las comunidades que literalmente “viven en la otra Colombia”. Según la FAO, el país se encuentra en la posición 72 respecto a la acuicultura mundial, entre los 229 países para los que se reporta información, lo que representa un aporte al PIB nacional del 0,7.

En los últimos veinte años se han exportado alrededor de 370 millones de individuos, con valores de exportación que ascienden a USD 12,5 millones anuales, un aporte del país a nivel mundial del 5% en dicho comercio, que según la FAO, se estima al mayoreo en más de USD 900 millones y al menudeo en USD 3 billones, mediante la transacción de 1,5 mil millones de individuos, que crecen a tasas anuales del 14%. Con una cadena de comercialización que representa un margen de ganancia neta al vendedor final del 200%, y para el caso colombiano del 70%. A nivel global los peces ornamentales provienen el 90% de cultivo y el 10% de los ecosistemas naturales, situación absolutamente contraria en Colombia (Ajiaco-Martínez *et al.*, 2012; FAO y MADR, 2015).

El Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “Benito Vives de Andrés”, Invemar, (2012; 2015; 2016; 2017; 2018), afirma respecto a los recursos pesqueros marino-costeros e insulares que existe evidencia de que la pesca y la acuicultura tienen un efecto adverso sobre la biodiversidad acuática debido a la sobreexplotación; la pesca ilegal, no declarada y no regulada; el uso de equipos de pesca no selectivos; y las descargas de nutrientes. Esto queda reflejado en que, con base en el análisis comparativo de la información de los desembarcos y las cuotas asignadas, en el Caribe y en el Pacífico, en el período 1998-2013, las cuotas asignadas cada año superan con creces los desembarcos, lo cual significa que no existió el debido análisis para asignarlas, sino que se plantearon expectativas irreales de captura, para posibilitar el sobreaprovechamiento. Para el caso de aguas continentales, se ha optado por no asignar cuotas anuales de aprovechamiento, por lo que el recurso ha quedado al libre aprovechamiento, salvo algunas medidas de manejo y ordenación muy puntuales (FAO y MADR, 2015) (figura 18).

Siempre se ha concebido y divulgado que Colombia, por estar geográficamente influenciada por el mar Caribe, el océano Pacífico, y lo que esto significa en términos de mar territorial, al igual que la abundancia de ecosistemas continentales, puede ser una potencia pesquera, pero esa afirmación de ninguna manera tiene soportes científicos, pues el país es altamente biodiverso, pero carece de potencialidad en términos de biomasa

**Figura 18.** Grupos funcionales afectados por la actividad de la pesca y la acuicultura  
 Fuente: Invemar, 2013.

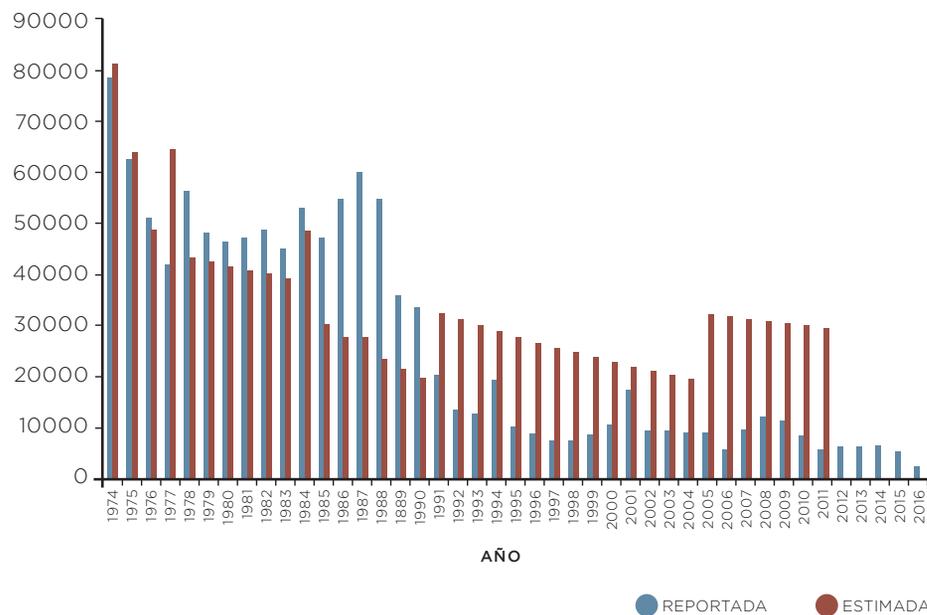


extraíble, que permita autorreconocer el potencial pesquero. De hecho, Colombia ocupa el puesto 81 en capturas y el 72 en acuicultura, entre los 249 países y territorios considerados por la FAO respecto a estadísticas en pesca y acuicultura; una participación tan solo del 0,1% de las capturas mundiales de peces. El aporte de la pesca al PIB presenta una tendencia decreciente en el período 2004-2012. En 2004, representó el 0,22%, mientras que para el 2012 su contribución cayó al 0,17%.

Tal como lo consignan diversos documentos de diagnóstico, el manejo y la ordenación de los recursos y de sus actividades, como la acuicultura y la pesca ornamental, tienen muchas aristas: las científicas, las técnicas, las socioeconómicas, las institucionales, las ambientales y la relacionadas con la regulación.

La FAO y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (2015), al igual que la OCDE (2014-2016) y el Institute for Marine Research-Norway (2018), coinciden en sus diagnósticos sobre el sector pesquero colombiano, al identificar los problemas que lo aquejan. Estas instituciones listaron

103 problemas, 127 causas inmediatas, 149 causas secundarias y 94 consecuencias. Entre las consecuencias comunes a todos los subsectores de la pesca se destacan la baja productividad, competitividad y rentabilidad, así como la disminución en la abundancia de los recursos pesqueros. Respecto a los recursos acuáticos —sin considerar los pesqueros— son diez las principales barreras identificadas: 1) acceso y calidad de la información y conocimiento; 2) gestión de las instituciones públicas; 3) disponibilidad y criterios de asignación de recursos financieros; 4) políticas económicas y sectoriales; 5) efectividad de los instrumentos de planificación; 6) valoración integral de los recursos acuáticos; 7) análisis y gestión del riesgo; 8) prácticas de uso y manejo de los recursos acuáticos; 9) articulación intra e interinstitucional e intersectorial; y 10) normatividad.



**Figura 19.** Distribución anual de los desembarcos pesqueros —observados y estimados— en la cuenca del río Grande de La Magdalena. Barra azul: reportada; barra roja: estimada  
Fuente: reporte de la AUNAP (informes anuales 1995-2015).

Productivamente, en aguas continentales la tendencia de disminución de los recursos pesqueros es mucho más grave (figura 19). De ahí que en la cuenca del río Grande de La Magdalena, del potencial pesquero establecido en 1976 de entre 80 000 y 120 000 t/año<sup>-1</sup>, la producción desembarcada ha disminuido entre 1974 y 2017 en el 85 %, y 30 especies han sido identificadas con algún grado de amenaza, mientras que a nivel nacional en el 2002 fueron 41 las especies incluidas en el *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia* (Mojica, Castellanos, Usma, y Álvarez, 2002), pero la actualización de este presentada en el 2012 elevó el número de especies a 81 (Mojica, Usma, Álvarez-León, y Lasso, 2012).

Respecto a especies ícticas marinas al 2018, son 56 las especies amenazadas, para invertebrados marinos 27 (Ardila, Navas, y Reyes, 2002); en cuanto a mamíferos continentales o marinos 10; en reptiles 35 (Castaño-Mora, 2002); en aves 29 (Rengifo *et al.*, 2002); y finalmente respecto a anfibios 26 especies (Rueda-Almonacid, Lynch, y Amézquita, 2004), que en líneas generales no han merecido la debida atención para su recuperación (Contraloría General de la República, 2010).

En participación porcentual en la década de los setenta y para aguas continentales, la cuenca del río Grande de La Magdalena representaba el 85 % de los desembarcos nacionales, la del Amazonas el 9,4 %, la de la Orinoquía el 2,3 % y la del Catatumbo el 2,5 %. En 1995, la situación por cuencas fue: Magdalena 43,60 %, Amazonía 35,40 % y Orinoquía 21,0 %, lo que debe ser analizado, considerando que la disponibilidad de los recursos ha entrado en declive. En el 2013, la captura desembarcada —con la información disponible— en la cuenca del río Grande de La Magdalena fue de 4366 toneladas (FAO y MADR, 2015; Jiménez *et al.*, 2018; Gutiérrez y Barreto, 2019).

En 2017, la contribución en aguas continentales fue: Magdalena 52,46 %, Orinoco 4,59 % y Amazonía 33,54 %. Cifras que denotan la crisis de la pesca continental, pues si los recursos que están en alto riesgo, como los de la cuenca del río Grande de La Magdalena, se siguen sobrepescando, lo que se está haciendo es eludir lo que arrojan los modelos poblacionales, estadísticos y matemáticos, que dan claras señales de sobreaprovechamiento.

En cuanto al río Atrato, en 2001, la cuenca media registró una producción de casi 5000 t/año<sup>-1</sup> y en las ciénagas cerca de 1600 t/año<sup>-1</sup> (30,8 kg/ha año<sup>-1</sup>) con origen en las migraciones de peces del bajo Atrato. Aproximaciones al estado de los recursos pesqueros denotan que las poblaciones parecen haber llegado a su rendimiento máximo sostenible.

Respecto a la vertiente del Pacífico, en términos de producción no se cuenta con registros de captura que muestren la tendencia de los recursos aprovechados, y la que pueda existir está tan dispersa como las comunidades mismas, por lo que se presenta como un caso de referencia, no sujeto a modelación estadística o matemática. Sin embargo, se cuenta con datos para el 2009, cuando se registraron capturas de 2771 t/año<sup>-1</sup>, al ser el pescado un componente importante de la ingesta proteica de los habitantes de las riberas de los ríos, especialmente de las comunidades indígenas que viven en las cabeceras.

En 1989, en la cuenca del río Sinú se desembarcaban 2000 t/año<sup>-1</sup>, mientras que en el Canalete nunca se han hecho aportes significativos a la pesquería. Hasta cuando se hizo seguimiento a la pesquería del Sinú (1997-2002), se movilizaban en promedio 1130 t/año<sup>-1</sup>, de las cuales el 13 % era pesca de subsistencia y el 87 % pesca comercial; para el 2009, las cifras oficiales registran 242 t/año<sup>-1</sup> y, en promedio, entre 2004 y 2013 se desembarcaron 274,5 t/año<sup>-1</sup>. Es muy posible que el dato no sea correcto, pero lo que denota es la falta de seguimiento a la pesquería en esta región (FAO y MADR, 2015; Gutiérrez y Barreto, 2019).

En la cuenca del Orinoco son destacables las amenazas a la biodiversidad, debido a las actividades antrópicas en la región, como la pérdida de la cobertura boscosa, reemplazada por cultivos para la ampliación de la frontera agrícola, que originan gran impacto negativo sobre las poblaciones de peces bajo aprovechamiento. Los reportes de desembarcos en la Orinoquía en los últimos 21 años han variado entre 863 t/año<sup>-1</sup> y 1436 t/año<sup>-1</sup> en el 2011. En el período comprendido entre los años 2004-2013 se desembarcaron en la cuenca un estimado de 11 086 toneladas (791,85 t/año<sup>-1</sup>). Como información oficial a validar, (Ramírez *et al.*, 2001a; Ramírez-Gil y Ajiaco-Martínez, 2001b; FAO y MADR, 2015), se encuentra que,

en el año 2013, los desembarcos fueron de 165 t/año<sup>-1</sup>, una disminución del 92% con respecto al 2004 cuando se desembarcaron 2038 t/año<sup>-1</sup>.

Para el caso del Caribe, las pesquerías tienen centrada su actividad en el róbalo (*Centropomus undecimalis*), la sierra (*Scomberomorus cavalla*), el ojo gordo (*Selar crumenophthalmus*), el pargo chino (*Lutjanus synagris*), la lisa (*Mugil curema*), el jurel aleta amarilla (*Caranx hipos*), el sable (*Trachinotus glaucus*), el pargo rojo (*Lutjanus purpureus*), la langosta espinosa (*Panulirus argus*) y el camarón rosado (*Farfantepenaeus duorarum* y *F. notialis*). Todas estas especies están por encima de sus niveles de rendimiento máximo sostenible, como lo demuestran los cálculos de los puntos de referencia objetivo y los puntos de referencia límites. Así como el hecho de que en quince años (1998-2013) se desembarcaron en la región 168 263 t, incluidos peces, moluscos, crustáceos, tiburones y rayas, lo que da un promedio anual de 11 217,5 t/año<sup>-1</sup>, cifra que denota la baja productividad del área (FAO y MADR, 2015; Gutiérrez y Barreto, 2019). La OCDE (2014) señala que la pesquería del atún aleta amarilla es la única población de captura en donde puede preverse crecimiento.

El potencial pesquero del Pacífico se ha calculado dentro del sistema de cuotas globales de pesca con un valor de 37 795 t/año<sup>-1</sup>. Las capturas han variado desde un mínimo de 9136 t/año<sup>-1</sup> en 1983, a un máximo de 121 192 t/año<sup>-1</sup> en 1997; aunque los registros de desembarco para el 2017 fueron de 138 100,61 t/año<sup>-1</sup>.

Como conclusión, el 81% de las poblaciones ícticas objeto de aprovechamiento en el Pacífico están por encima del límite de rendimiento sostenible (RMS), entre las que se encuentran el berrugate (*Lobotes pacificus*), el pargo lunarejo (*Lutjanus guttatus*), el pargo rojo (*Lutjanus peru*), la pelada (*Cynoscion spp.*), la sierra (*Scomberomorus sierra*), el jurel común (*Caranx caninus*), la piangua (*Anadara turberculosa*), el camarón blanco (*Litopenaeus occidentalis*), el camarón tití (*Xiphopenaeus riveti*) y el camarón coliflor (*Solenocera agassizii*). De otra parte, el valor de la tasa de aprovechamiento (E), que ha servido como indicador primario del estado de uso del recurso pesquero, y considerando que valores por encima del 0,5 indican un nivel peligroso para el equilibrio sostenible

de las poblaciones, es menester decir que esta situación es evidente en el Pacífico (FAO y MADR, 2015; Gutiérrez y Barreto, 2019).

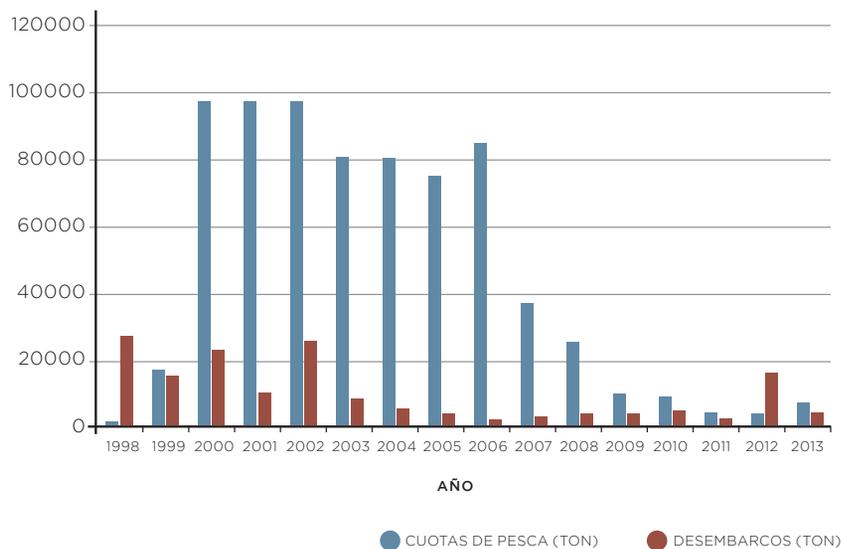
En coherencia con lo anterior vale la pena anotar que el Invenmar (2012), la OCDE (2014-2016), la FAO y el MADR (2015), y el Institute for Marine Research-Norway (2018) coinciden en anotar que más de la mitad de las especies marinas para las que se encontró información están sobreexplotadas. Un tercio de estas especies son plenamente explotadas, es decir, capturadas en la vecindad del rendimiento máximo sostenible (RMS). Esta es la máxima expresión de aprovechamiento anual a través de las capturas, pues generan sostenibilidad de una población de peces sin comprometer la productividad. Las reservas sobreexplotadas y plenamente explotadas de Colombia constituyen por tanto las existencias de la inmensa mayoría de las poblaciones actualmente objeto de aprovechamiento.

Es así como, con base en el análisis comparativo de la información de los desembarcos y las cuotas asignadas, se encuentra que en el Caribe y en el Pacífico, en el período 1998-2013, todas las cuotas asignadas cada año superan con creces los desembarcos. Esto significa que no existió el debido análisis para asignar de manera coherente la cuota y no generar expectativas irreales de captura y causar sobreaprovechamiento (FAO e Incoder, 2012; FAO y MADR, 2015) (figuras 20, 21 y 22).

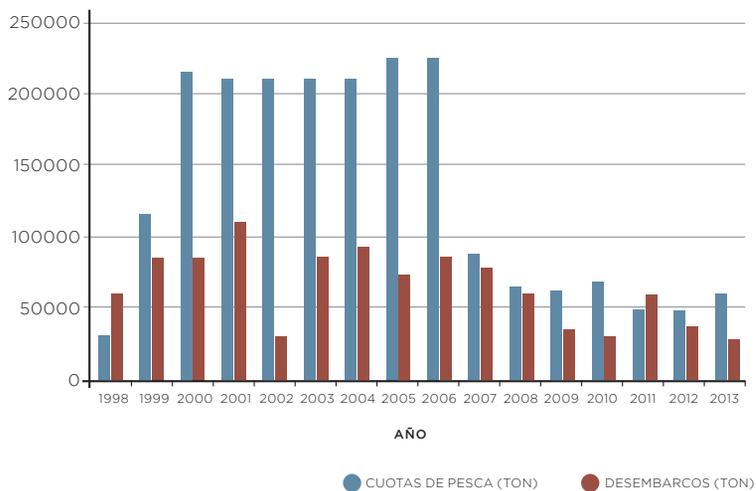
Respecto a la pesca ornamental, las poblaciones aprovechadas se encuentran distribuidas en todo el territorio nacional, las áreas de mayor extracción son las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas, donde se exporta el 90% de la producción acopiada.

Las cuotas para peces ornamentales han permanecido casi inmutables durante por lo menos seis años, cabe anotar que en los últimos veinte años la exportación estuvo cercana a los 370 millones de individuos, con valores de exportación que ascienden a USD 12,5 millones anuales, un aporte que corresponde al 5% a nivel mundial de dicho comercio, en un mercado global tanto de peces de agua dulce como salada, que según la FAO, se estima al mayoreo en más de USD 900 millones y al menudeo en USD 3 billones, a través de la transacción de 1,5 mil millones de individuos, con un crecimiento de tasas anuales del 14%. Además, con una cadena de comercialización que, según la FAO e Infofish (2017), representa un

**Figura 20.** Cuotas asignadas de pesca vs. desembarcos pesqueros en el Caribe colombiano para el período 1998-2013  
 Fuente: FAO y MADR, 2015.

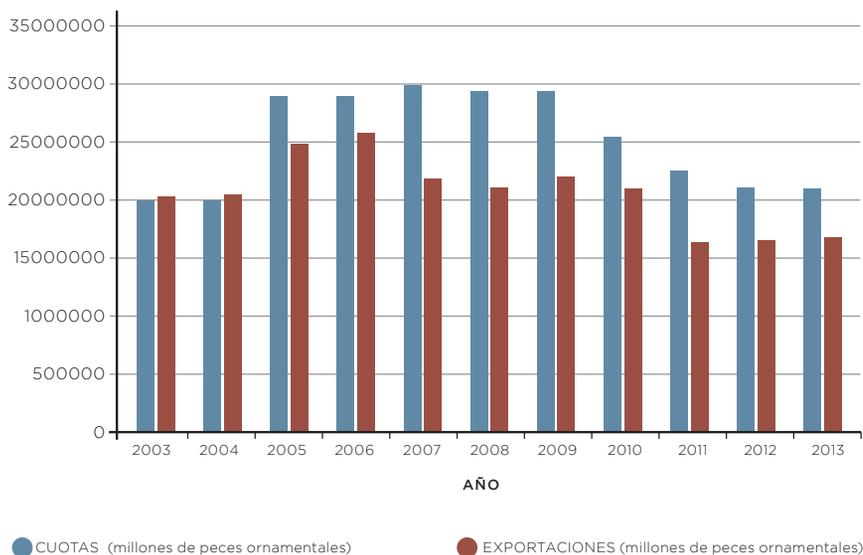


**Figura 21.** Cuotas asignadas de pesca vs. desembarcos pesqueros en el Pacífico colombiano para el período 1998-2013  
 Fuente: FAO y MADR, 2015.



margen de ganancia neta al vendedor final del 200%, y para el caso colombiano la cadena de intermediación se queda con al menos el 70% de la rentabilidad neta.

Los análisis han permitido concluir que se evidencia un manejo no muy eficiente de los peces ornamentales, relacionado con diferentes causas: 1) no hay suficiente evidencia científica para asignar las cuotas apropiadas; 2) hay un sistema deficiente de registro y seguimiento de capturas, movilización y comercio nacional e internacional; 3) degradación de hábitats; 4) prácticas de pesca, transporte y acopio que no garantizan el bienestar de los peces; 5) debilidad institucional; 6) programas de control y vigilancia poco eficientes para el recurso; y 7) bajo nivel de organización de los usuarios del recurso. Al ser su aprovechamiento una actividad de importancia económica que genera empleo e ingresos, en especial en zonas alejadas de los centros de desarrollo del país e incluso para algunas comunidades, como las del departamento del Guainía, se convierte en su única fuente de recursos económicos. Es por esta razón, aunado a



**Figura 22.** Cuotas asignadas vs. exportaciones de unidades de peces ornamentales para el período 2003-2013  
Fuente: FAO y MADR, 2015.

garantizar el aprovechamiento sostenible del recurso, que se requiere de una coordinación realmente efectiva entre las entidades gubernamentales y los usuarios del recurso (FAO y MADR, 2015).

La acuicultura aporta el 0,7% al PIB nacional y se ha convertido en un importante aporte a la producción pesquera, al punto que, en el 2002 contribuía con el 36% del total de la producción nacional; en el 2011 con el 48% (82 733 t) y en el 2017 con el 53%, (120 000 t). Estas cifras, según la FAO e Incoder (2013), respecto a la acuicultura mundial, sitúan a Colombia en la posición 72, entre los 229 países y 30 regiones para los que se reporta información. El valor de la producción acuícola nacional es de USD 222 millones anuales, de los cuales las tilapias representan más del 62%.

De hecho, la acuicultura aporta al consumo interno el 80% de su producción, de la cual se exporta el 10%. No obstante, esto no alcanza para superar la crisis por la que atraviesan los recursos tanto marino-costeros, insulares y continentales en términos de oferta, al punto que para el 2018, así la producción nacional pesquera haya llegado a las 230 000 t/año<sup>-1</sup>, se consumen 350 000 t/año<sup>-1</sup>, de manera que fue necesario importar entre 100 000 y 150 000 t/año<sup>-1</sup>, para satisfacer el consumo que los más optimistas sitúan en 10 kg/per cápita/año<sup>-1</sup> (Polanco, 2018).

## El capital humano y su formación

De acuerdo con el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES, 2019), Colombia cuenta con 119 programas (activos y reconocidos) de formación superior en las áreas de biología, ecología, ciencias ambientales y afines. Estos programas de formación son ofertados por 53 instituciones de educación superior, para un total de 51 programas de posgrado y 68 de pregrado. De acuerdo con la misma fuente, en Colombia, entre el 2001 y el 2017, se graduaron —pregrado y posgrado— 27 818 estudiantes de biología, ecología, ciencias ambientales y afines, lo que significa que potencialmente existiría capital humano para desarrollar las actividades en las áreas propias del foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos.

## La producción científica y la infraestructura científica y tecnológica

La producción científica colombiana —para todas las áreas de conocimiento en revistas indexadas en Scopus— osciló entre 587 artículos científicos para 1996 y 12 651 para 2018. Esto demuestra la evolución e impacto de la producción científica colombiana —en todas las áreas de conocimiento—. En este contexto, para las áreas de agricultura y ciencias biológicas, en las revistas indexadas en Scopus, los artículos científicos oscilaron entre 108 publicados en 1996 y 1498 en 2018.

Respecto a la producción científica para las áreas de bioquímica, genética y biología molecular, en las revistas indexadas en Scopus, osciló entre 93 artículos científicos publicados en 1996 y 896 en 2018. Esto demuestra que, en este período de tiempo y en esta área de conocimiento, la evolución de la producción científica colombiana aumentó notablemente. En ciencias ambientales, la producción osciló entre 34 artículos científicos publicados en 1996 y 799 en 2018, en las revistas indexadas en Scopus.

Ahora bien, de acuerdo con el *Libro verde de Colciencias 2030* (Colciencias, 2018), la producción científica colombiana, entre 2007 y 2016, se resume en: 717 publicaciones en el área de vida de ecosistemas terrestres, 620 sobre acción por el clima, 498 sobre vida submarina (frente a 104 312 publicaciones sobre vida submarina a escala global para el mismo período de tiempo).

La infraestructura tecnológica tanto en equipos, laboratorios y suministro de elementos se puede considerar buena, aunque es preciso contar con dotación de última tecnología, con la conciencia de que eso es viable a través de proyectos financiados a nivel nacional, de la cooperación internacional y de donaciones. Pero, especialmente, como se identificó en los foros regionales, solo es posible mejorar las condiciones de investigación a través de la cooperación interinstitucional, con el propósito de evitar que las investigaciones se repitan al ser abordadas al mismo tiempo por diversas instituciones, institutos e investigadores sin establecer ninguna conexión entre sí. Es fundamental aprovechar las diversas posturas que surjan de cada institución para llegar a completar la solución de una problemática a la mayor brevedad.

## Referencias

- Acero, A. (2006). Peces marinos colombianos. *Biota Colombiana*, 7(2), 263-282.
- Acero, A. y Polanco, A. (2017). Biodiversidad íctica de los mares colombianos: riqueza amenazada. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Ex. Fis. Nat.*, 41(159), 200-212. doi: <http://dx.doi.org/10.18257/raccefyfyn.480>.
- Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN). (2011). Recomendaciones de la agencia española de seguridad alimentaria y nutrición para poblaciones sensibles: mujeres embarazadas o en período de lactancia y población infantil. Recomendaciones de consumo de pescado (Pez Espada, Tiburón, Atún Rojo y Lucio) debido a la presencia de mercurio. Recuperado de [http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/rincon\\_consumidor/subseccion/mercurio\\_pescado.shtm](http://www.aesan.msc.es/AESAN/web/rincon_consumidor/subseccion/mercurio_pescado.shtm)
- Agudelo, E. (2015). *Bases científicas para contribuir a la gestión de la pesquería comercial de bagres (familia Pimelodidae) en la Amazonía colombiana y sus zonas de frontera*. (Tesis de grado). Universitat Autònoma de Barcelona, Barcelona, España.
- Agudelo, E., Alonso, J. C., y Moya, L. (2006). *Perspectivas para el ordenamiento de la pesca y la acuicultura en el área de integración fronteriza colombo-peruana del río Putumayo*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Sinchi, e Instituto Nacional de Desarrollo (Inade).
- Aguilera, M., Reina, Y., Orozco, A., Yabrudy, J., y Barcos, R. (2013). *Composición de la economía de la región Caribe de Colombia*. Ensayos sobre Economía Regional. Cartagena: Banco de la República.
- Ajiaco-Martínez, R. E., Ramírez-Gil, H., Sánchez-Duarte, P., Lasso C., y Trujillo, F. (2012). *Diagnóstico de la pesca ornamental en Colombia*. Serie Recursos Hidrobiológicos. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH).
- Alonso, D., Pineda, P., Olivero, J., González, H., y Campos, H. (2000). Mercury levels in muscle of two fish species and sediments from the Cartagena Bay and the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Environmental Pollution*, 109(1), 157-163.
- Álvarez-León, R. (2003). Los manglares de Colombia y la recuperación de sus áreas degradadas: revisión bibliográfica y nuevas experiencias. *Madera y Bosques*, 9(1), 3-25.

- Andrade, M. G. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. *Medio Ambiente*, 35(137), 492-509.
- Ardila, N., Navas, G. R., y Reyes, J. O. (Eds.). (2002). *Libro rojo de invertebrados marinos de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras, Invemar, y Ministerio del Medio Ambiente.
- Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) y FAO. (2013). *Diagnóstico de la acuicultura en Colombia*. Bogotá: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca.
- Avellaneda, A. (2005). Petróleo, seguridad ambiental y exploración petrolera marina en Colombia. *Iconos*, 21, 11-17.
- Ávila, I. C. y Correa, L. M. (2010). Efecto de las embarcaciones turísticas sobre el comportamiento de los grupos con cría de ballenas jorobadas en Bahía Málaga, Colombia. Resúmenes digitales del III Congreso Colombiano de Zoología, Medellín, Colombia. Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/9945/CorreaGaitanLinaMarcela2009.pdf?sequence=1>
- Barreto, C., y Borda, C. (2008). *Evaluación de los recursos pesqueros colombianos*. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Barreto, C., Borda, C., Rehder, J. C., y Sánchez, C. L. (2009). *Propuesta de cuotas de aprovechamiento de los recursos pesqueros colombianos y ornamentales para la vigencia 2010*. Bogotá: Instituto Colombiano Agropecuario (ICA).
- Barreto, C., Borda, C. y Gutiérrez, F. de P. (2020). *Los objetivos de desarrollo sostenible, el medio ambiente y la pesca en Colombia*. Universidad Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Ciencias Naturales & Ingeniería. Departamento de Ciencias Biológicas y Ambientales. Bogotá, D.C. (Documento en edición).
- Baumann, P. y Harshbarger, J. (1995). Decline in liver neoplasms in wild brown bullhead catfish after coking plant closes and environmental PAHs plummet. *Environ Health Perspect*, 103(2), 168-170.
- Birkeland, C. (Ed.). (1997). *Life and death of coral reefs*. New York: Chapman and Hall.
- Boscolo, R., Cacciatore, F., y Giovanardi, O. (2007). Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in transplanted Manila clams (*Tapes philippinarum*)

- from the Lagoon of Venice as assessed by PAHs/shell weight index: A preliminary study. *Mar. Pollut. Bull.*, 55(10-12), 485-493.
- Buitrago-Rangel, N., Correa, I. D., Anfuso, G., Ergin, A., y Williams, A. T. (2013). Assessing and managing scenery of the Caribbean Coast of Colombia. *Tourism Management*, 35, 41-58.
- Bundschuh, J., Litter, M. I., Parvez, F., Román-Ross, G., y Nicolli, H. B. (2012). One century of arsenic exposure in Latin America: A review of history and occurrence from 14 countries. *Science of the Total Environment*, 429, 2-35.
- Bünemann, E. K., Schwenke, G., y Van Zwieten, L. (2006). Impacts of agricultural impacts on soil organisms - a review. *Australian Journal of Soil Research*, 44(4), 379-406.
- Burke, L. y Maidens, J. (2004). *Reefs at risk in the Caribbean*. Washington: World Resources Institute.
- Campos, N. H. y Gallo, M. C. (1997). Contenidos de Cd, Cu y Zn en *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* de la Ciénaga Grande de Santa Marta y bahía de Chengue, costa Caribe colombiana. *Rev. Acad. Colomb. Cienc.*, 21(79), 73-90.
- Campos, N. H. (1984). *Zur Belastung einiger Muschelarten von der Karibischen küste Kolumbiens mit Schwermetallen*. (Tesis de grado). Christian-Albrecht Universitæta, Kiel, Alemania.
- Campos, N. H. (1988). Selected bivalves for monitoring of heavy metal contamination in the Colombian Caribbean. En U. Seeliger y L. D. Lacerda (Eds.), *Metals in coastal environments of Latin America* (pp. 270-275). Heidelberg: Springer.
- Campos, N. H. (1990). La contaminación por metales pesados en la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Caldasia*, 16(77), 231-244.
- Carvajal, M., Nariño, F., y Ospina, A. F. (2004). *Regulación colombiana respecto a la protección del medio ambiente en cuanto a siniestros marítimos*. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana.
- Castaño-Mora, O. V. (Eds.). (2002). *Libro rojo de reptiles de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente.
- Cintrón-Molero, G. y Schaeffer-Novelli, Y. (1992). Ecology and management New World mangroves. En Seeliger, U. (Ed.), *Coastal plant communities of Latin America* (pp. 233-258). San Diego: Academic Press.

- Colciencias. (2018). *Libro verde 2030: Política Nacional de Ciencia e Innovación para el Desarrollo Sostenible*. Bogotá: Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias.
- Compromiso RSE. (2016). *¿Qué relación existe entre la salud de los océanos, la economía y el bienestar de la población?* [Entrada de blog]. Recuperado de <http://www.compromisorse.com/rse>
- Contraloría General de la República. (2003). *Estado de los recursos naturales y del ambiente 2002-2003*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- Contraloría General de la República. (2010). *Informe del estado de los recursos naturales y del ambiente 2008-2009*. Bogotá: Imprenta Nacional.
- Corporación Autónoma Regional (CAR). (2012). *Programa de formalización minera*. Recuperado de <https://www.car.gov.co/vercontenido/1165>
- Correa, L. (2009). *Efecto a corto plazo de las embarcaciones turísticas y en tránsito sobre el comportamiento en superficie de Megaptera novaenglia durante la temporada de reproducción 2008, en Bahía Málaga y alrededores (Valle del Cauca Colombia)*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- D'Odorico, P., Carr, J., Dalin, C., Dell'Aneglo, J., Konar, M., Laio, F., Ridolfi, L., Rosa, L., Suweis, S., Tamea, S., y Tuninetti, M. (2019). Global virtual water trade and the hydrological cycle: Patterns, drivers, and socio-environmental impacts. *Environmental Research Letters*, 14(5), en prensa.
- Departamento Administrativo de Estadística (DANE). (2013). *PIB cuentas departamentales años 2010-2011 provisionales base 2005*. Bogotá: Departamento Administrativo de Estadística.
- Davidson, N. C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*, 65(10), 934-941.
- Davidson, N. C. (2017). Wetland losses and the status of wetland dependent species. En Finlayson, C. M., Davidson, N., Milton, G. R., y Crawford, C. (Eds.), *The wetland book: Distribution, description and conservation*. Dordrecht: Springer.
- Davidson, N. C. y Finlayson, C. M. (2007). Earth observation for wetland inventory, assessment and monitoring. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Systems*, 17(3), 219-228.
- Davidson, N. C., Fluet-Chouinard, E., y Finlayson, C. M. (2018). Global extent and distribution of wetlands: Trends and issues. *Marine and Freshwater Research*, 69(4), 620-627. [doi.org/10.1071/MF17019](https://doi.org/10.1071/MF17019).

- Díaz, J. M. y Acero, A. (2003). Marine biodiversity in Colombia: achievements, status of knowledge and challenges. *Gayana*, 67(2), 261-274.
- Díaz, J. M., Barrios, L. M., Cendales, M. H., Garzón, J., Geister, J., López, M., Ospina, G., Parra, E., Pinzón, J., Vargas, B., Zapata, E. y Zea, S. (2000). *Áreas coralinas de Colombia*. Serie de Publicaciones Especiales n.º 5. Santa Marta: Invemar.
- Díaz, J. M., Barrios, L. M., y Gómez-López, D. I. (Eds.). (2003). *Las praderas de pastos marinos en Colombia: estructura y distribución de un ecosistema estratégico*. Serie Publicaciones Especiales n.º 10. Santa Marta: Invemar.
- Díaz-Pulido, G. (1997). *Informe nacional sobre el estado de la biodiversidad y ecosistemas marinos*. Santa Marta: Invemar.
- Díaz-Sánchez, C. M. y Batista-Morales, A. (2011). Estado de conocimiento de los litorales rocosos. En *Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2010* (pp. 155-174). Serie de Publicaciones Periódicas n.º 8. Santa Marta: Invemar.
- Dirección General Marítima (Dimar). (2001). *Directiva permanente n.º 001-37CP1-DILIT-511. Normas para la observación de ballenas en el Pacífico colombiano*. Buenaventura: Dirección General Marítima.
- Dixon, M. J. R., Loh, J., Davidson, N. C., y Walpole, M. J. (2016). Tracking global change in ecosystem area: The Wetland Extent Trends Index. *Biological Conservation*, 193, 27-35.
- Doney, S. (2010). The growing human footprint on coastal and open-ocean biogeochemistry. *Science*, 328, 1512-1516.
- Ecoversa. (2014). *Plan Nacional de Recursos Acuáticos*. Bogotá: Ecoversa.
- European Environment Agency (EEA). (2014). *Progress in management of contaminated sites*. Copenhagen: European Environment Agency.
- Espinosa, L. F., Campos, N., y Ramírez, G. (1998). Residuos de plaguicidas organoclorados en *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans* en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *Caldasia*, 20(1), 44-56.
- Esquivel, M. A. (2014). *La pesca y la acuicultura en Colombia*. Bogotá: Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca.
- FAO. (2010). *The wealth of waste: The economics of wastewater use in agriculture*. Roma: FAO.
- FAO. (2011). *El estado de los recursos mundiales de tierra y agua para la agricultura y la alimentación: manejar los sistemas en riesgo*. Londres: FAO, Earthscan. Recuperado de [www.fao.org/docrep/017/i1688e/i1688e.pdf](http://www.fao.org/docrep/017/i1688e/i1688e.pdf)

- FAO e Incoder. (2012). *Plan Nacional de Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia*. Documento de trabajo. Bogotá.
- FAO e Infofish. (2017). Infofish. Recuperado de <http://itn.infofish.org/>
- FAO y Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. (2015). *Política integral para el desarrollo de la pesca sostenible en Colombia*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Farías-Curtidor, N. (2008). *Distribución del manatí Trichechus manatus y percepción de la comunidad local con respecto a la especie en la cuenca media y baja del río Atrato (Chocó, Colombia)*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, Colombia.
- Flury, M. (1996). Experimental evidence of transport of pesticides through field soils -a review. *Journal of Environmental Quality*, 25(1), 25-45.
- Fundación Colombia Marina. (2009). *Understanding the relationship between abiotic factors and hatching success of Dermochelys coriacea in the Tayrona National Park, Colombian Caribbean: Implications for conservation May-July 2009*. Bogotá: Fundación Colombia Marina. Recuperado de <https://www.rufford.org/files/2-39.11.08%20Detailed%20Final%20Report.pdf>
- Galiano-Sedano, F. (1976). *Investigación sobre el contenido de mercurio en aguas de ríos colombianos*. Bogotá: Proyecto Instituto de Investigaciones Tecnológicas, Colgate Palmolive y Colciencias.
- Galiano-Sedano, F. (1977). Mercurio total en aguas de los ríos colombianos. *Revista Instituto de Investigaciones Tecnológicas*, 105, 9-18.
- Galiano-Sedano, F. (1979). Estudios sobre la contaminación de residuos industriales en aguas de ríos colombianos. *Revista Instituto de Investigaciones Tecnológicas*, 117, 40-47.
- Garay, J. A. (2001). *Fuentes de contaminación de origen terrestre y marítimo que afectan las zonas marino-costeras del Caribe y Pacífico colombiano. Vías de entrada a los sistemas y su impacto. Diagnóstico y evaluación de la calidad ambiental marina en el Caribe y Pacífico colombiano* (t. 2). Santa Marta: Invemar.
- Garzón-Ferreira, J. y Díaz, J. M. (2003). The Caribbean coral reefs of Colombia. En Cortés, J. (Ed.), *Latin American coral reefs* (pp. 275-301). Amsterdam: Elsevier.
- Gleeson, T., Wada, Y., Bierkens, M. F. P., y Van Beek, I. P.H. (2012). Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. *Nature*, 488, 197-200. Recuperado de [doi:10.1038/nature11295](https://doi.org/10.1038/nature11295).

- Gómez Q. C., Martínez R. E., y Podlesky, E. (1995). Contenido de mercurio en varias especies de peces del río Magdalena y en harinas comerciales de pescado. *Biomédica*, 15(3), 149-151.
- Gómez, L. C., Campos, N. H., y Ramírez, G. H. (1995). Acumulación y depuración de aldrin en la ostra *Crassostrea rhizophorae* de la Ciénaga Grande de Santa Marta (Caribe colombiano). *Revista de Biología Tropical*, 43(1-3), 161-172.
- Gracia, A., Medellín-Mora, J., Garrido-Linares, M., Arteaga-Sogamoso, E., y Merchán-Cepeda, A. (2011). Estado del conocimiento de la diversidad de especies. En *Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2010* (pp. 195-250). Serie de Publicaciones Periódicas n.º 8. Santa Marta: Invemar.
- Graham, J. P., Hirai, M., y Kim, S. (2016). An analysis of water collection labor among women and children in 24 sub-saharan African countries. *PLoS ONE*, 11(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.015598>.
- Grigg, R. M. y Dollar, S. J. (1990). *Natural and anthropogenic disturbance on coral reefs*. En Z. Dubinsky (Ed.), *Ecosystems of the world. Coral reefs* (pp. 439-452). Amsterdam: Elsevier.
- Guauque, E. (1991). *Cuantificación regional del agua subterránea en Colombia*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.
- Güiza, L. (2011). Perspectiva jurídica de los impactos ambientales sobre los recursos hídricos provocados por la minería en Colombia. *Opinión Jurídica*, edición especial, 123-140.
- Gutiérrez, F. (2010). *Los recursos hidrobiológicos y pesqueros continentales en Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH).
- Gutiérrez, F. de P. y Barreto, C. (2011). Diagnóstico de la pesquería en la cuenca del río Grande de La Magdalena-Cauca. En *II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena, Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico* (pp. 35-73). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH).
- Gutiérrez, F. de P. y Barreto, C. (2011a). Diagnóstico de la pesquería en la cuenca del río Sinú y Canalete. En *II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena, Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y*

- vertiente del Pacífico (pp. 75-100). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH).
- Gutiérrez, F. de P. y Barreto, C. (2019). *La sostenibilidad de los recursos pesqueros colombianos*. Bogotá: Universidad de Bogotá, Jorge Tadeo Lozano y Conservación Internacional.
- Gutiérrez, F. de P. y Barreto, C. (2019). *Los recursos pesqueros colombianos y su sostenibilidad*. Bogotá: Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano y Conservación Internacional. (En prensa).
- Gutiérrez, F. de P. (2012). *Los recursos hidrobiológicos continentales y marinos-costeros e insulares*. Bogotá: Documento de trabajo para el Plan Nacional de Recursos Acuáticos.
- Gutiérrez, F. de P. (2014). *Los recursos hidrobiológicos continentales y marinos-costeros e insulares*. Bogotá: Documento de trabajo de actualización del inventario para el Plan Nacional de Recursos Acuáticos.
- Gutiérrez, F. de P., Ortega-Lara, A., Sánchez, G., y Barreto, C. (2011). *Diagnóstico de la pesquería en la vertiente del Pacífico*. En *II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena, Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico* (pp. 121-140). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH).
- Gutiérrez, F. de P., Rivas-Lara, T., y Rincón-López, C. (2011). Diagnóstico de la pesquería en la cuenca del Atrato. En *II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena, Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico* (pp. 103-118). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH).
- Guzmán-Alvis, A. y Solano, O. D. (2002). Estado de los fondos blandos de la plataforma continental. En Ospina-Salazar, G. H. y Acero, A. (Eds.), *Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2001* (pp. 71-75). Medellín: Invemar.
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH), Ideam, Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann (IIAP), Invemar, e Instituto Amazónico de Investigaciones

- Científicas, Sinchi. (2011). *Informe del estado del medio ambiente y de los recursos naturales renovables 2010*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Ideam. (2002). *Páramos y ecosistemas alto andinos de Colombia en condición hotspot and global climatic tensor*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Ideam. (2004). *Calidad del recurso hídrico de Bogotá*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Ideam. (2007a). *Evaluación del potencial del agua subterránea para riego de los sistemas acuíferos como aluvial y llanura aluvial de Valledupar, departamento del Cesar*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales de Colombia, Corpocesar, y Corporación Autónoma Regional del Cesar. Recuperado de <https://www.corpocesar.gov.co/subterranas.html>
- Ideam. (2007b). *Ecosistemas continentales*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH), Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives De Andrés”, Ivemar, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Sinchi, e Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John von Neumann (IIAP).
- Ideam. (2010a). *Informe anual sobre el estado del medio ambiente y los recursos naturales renovables en Colombia. Bosques 2009*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Ideam. (2010b). *Informe Anual sobre el Estado del Medio Ambiente y los Recursos Naturales Renovables en Colombia. Estudio Nacional del Agua 2010*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Ideam. (2013). *Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Ideam. (2014). *Informe nacional del agua*. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Ingeominas. (2007). *Atlas hidrogeológico de Colombia en escala 1:500 000*. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería.
- Ingeominas. (1986). *Mapa hidrogeológico de Colombia en escala 1:2 500 000*. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería.

- Ingeominas. (1997). *Consideraciones sobre las aguas subterráneas en Colombia y sus posibilidades de explotación*. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería.
- Ingeominas. (1998). *Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Caribe colombiano. Geomorfología y aspectos erosivos del litoral Pacífico colombiano*. Publicación especial n.º 21. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería.
- Ingeominas. (2004). *Programa de exploración de aguas subterráneas*. Bogotá: Instituto Colombiano de Geología y Minería.
- Institute for Marine Research-Norway. (2018). *Final report of the fact-finding mission to Colombia under the Norwegian fish for development programme*. Bogotá: Institute for Marine Research-Norway.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi). (2012). *Documento conceptual: antecedentes y propuesta de macrozonas para clasificar ecosistemas acuáticos en Colombia*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas.
- Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas (Sinchi). (2019). *Minería. Impactos sociales en la Amazonía*. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas.
- Invemar. (2003). *Determinación, amenazas y esfuerzos de conservación de las tortugas marinas en el Pacífico colombiano*. Santa Marta: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”.
- Invemar. (2007). *Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2006*. Serie de Publicaciones Periódicas n.º 8. Santa Marta: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”.
- Invemar. (2012). *Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: 2000*. Serie documentos generales 3. Santa Marta: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”.
- Invemar. (2013). *Evaluación del estado del conocimiento de los recursos hidrobiológicos asociados a los ecosistemas marinos, costeros e insulares de Colombia*. Santa Marta: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”.
- Invemar. (2015). *Concepto técnico sobre derrame de petróleo en el municipio de San Andrés de Tumaco (Nariño)*. Santa Marta: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”.

- Invemar. (2016). *Sistema de Información Ambiental Marina de Colombia SIAM*, Redcam. Recuperado de [http://www. INVEMAR.org.co/siam/redcam](http://www.INVEMAR.org.co/siam/redcam).
- Invemar. (2017). *Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras en el Caribe y Pacífico colombianos*. Santa Marta: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”.
- Invemar. (2018). *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2017*. Serie de Publicaciones Periódicas n.º 3. Santa Marta: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”.
- Invemar. 2020. *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia, 2019*. Serie de Publicaciones Periódicas No. 3. Santa Marta.
- Invemar y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2002). *Áreas de anidación y de alimentos de las tortugas marinas del Caribe colombiano*. Bogotá: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras “José Benito Vives de Andrés”, Invemar, y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Jiménez-Segura, L. F., Gutiérrez, F. de P., Ajiaco-Martínez, R. A., y Lasso, C. (2018). Inland fisheries of the world by major regions: South America: Colombia. En Funge-Smith, S. (Ed.), *Review of the state of the world fishery resources: Inland fisheries* (pp. 133-147). Rome: FAO Fishery and Aquaculture Department.
- Johnson-Restrepo, B., Olivero-Verbel, J., Lu, S., Guette-Fernández, J., Baldiris-Avila, R., O’Byrne Hoyos, I., Aldous, K., Addink, R., y Kannan, K. (2008). Polycyclic aromatic hydrocarbons and their hydroxylated metabolites in fish bile and sediments from coastal waters of Colombia. *Environmental Pollution*, 151(3), 452-459.
- Kapetsky, J. (1977). *Fishery population biology and fisheries of the Magdalena river basin. Colombia final report*. Documento técnico. Bogotá: Inderena y FAO.
- Kaufmann, R. (1973). The biology of marine tortoise *Caretta caretta* and *Dermochelys coriácea* of the Atlantic Coast of Colombia, South America. *Rev Acad. Colomb. Cienc. Exactas Fis. Nat.*, 14(54), 67-80.
- Lasso, C., Agudelo, E., Jiménez-Segura, L., F. Ramírez-Gil, H., Morales, D., Ajiaco-Martínez, R., Gutiérrez, F. de P., Usma, S., Muñoz, S., y Sanabria, A. (2011a). *I. Catálogo de los recursos pesqueros continentales de Colombia*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de

- Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Universidad de Antioquia, WWF Colombia, Incoder, Instituto de Investigaciones Amazónicas, Sinchi.
- Lasso, C., Gutiérrez, F. de P., Morales-Betancourt, M., Agudelo, E., Ramírez-Gil, H., y Ajiaco-Martínez, R. (2011b). *II. Pesquerías continentales de Colombia: cuencas del Magdalena, Cauca, Sinú, Canalete, Atrato, Orinoco, Amazonas y vertiente del Pacífico*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano.
- Lockhart, C. y Vincent, S. (2013, abril 30). *Ending extreme poverty in fragile and conflict-affected situations* [Entrada de blog]. Recuperado de <https://www.worldbank.org/en/news/feature/2013/04/30/ending-extreme-poverty-hinges-on-progress-in-fragile-and-conflict-affected-situations>
- Longhurst, A. R. y Pauly, D. (1987). *Ecology of tropical oceans*. San Diego: Academic Press.
- López-Victoria, M., Cantera, J. R., Díaz, J. M., Rozo, D., Posada-Posada, B. O. y Osorno, A. (2004). Estado de los litorales rocosos en Colombia, acantilados y playas rocosas. En *Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2003* (pp. 171-181). Serie de Publicaciones Periódicas n.º 8. Santa Marta: Invemar.
- Luo, Y., Wu, L., Liu, L., Han, C., y Li, Z. (2009). *Heavy metal contamination and remediation in Asian agricultural land*. Nanjing: National Institute of AgroEnvironmental Sciences. Recuperado de <https://pdfs.semanticscholar.org/2f3d/56eae397294a4ae662390d90d1db96858552.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá, D. C. Colombia.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). (2014). *Manual de compensaciones por pérdida de biodiversidad en ecosistemas acuáticos*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Majluf, P. (2002). Los ecosistemas marinos y costeros. En *Estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino*. Lima: Comunidad Andina.

- Maldonado-Ocampo, J. A. y Usma-Oviedo, J. S. (2005). Estado del conocimiento sobre los peces dulceacuícolas en Colombia. En *Informe Nacional sobre el Avance en el Conocimiento y la Información de la Biodiversidad 1998-2004* (pp. 175-194). Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, WWF Colombia.
- Maldonado-Ocampo, J. A., Vari, R. P., y Usma, J. S. (2008). Checklist of the freshwater fishes of Colombia. *Biota Colombiana*, 9(2), 143-237.
- Maldonado-Ocampo, J. A., Villa-Navarro, F. A., y Ortega-Lara, A. (2006). Peces del río Atrato, zona hidrogeográfica del Caribe, Colombia. *Biota Colombiana*, 7(1), 141-152.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) (2012). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). (2010). *Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- McIntyre, A. D. (2010). *Life in the world's oceans: Diversity, distribution and abundance*. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell.
- Medem, F. (1962). *Estudio sobre tortugas marinas: informe sobre la comisión realizada en la Costa Atlántica*. Santa Marta: Corporación Autónoma Regional de los Valles del Magdalena y del Sinú (CVM).
- Meisel, A. (2005). La continentalización de la isla de San Andrés, Colombia. Panyas, raizales y turismo. En Aguilera, M. (Ed.), *Economías locales en el Caribe colombiano: siete estudios de casos. Colección de economía regional*. Cartagena: Banco de la República.
- Meisel, A. (2005). *Los estudios sobre historia económica de Colombia a partir de 1990: principales temáticas y aportes*. Cartagena: Banco de la República.
- Menzies, R., Soares, N., Gardinali, P., y Seba, D. (2013). Baseline occurrence of organochlorine pesticides and other xenobiotics in the marine environment: Caribbean and Pacific collections. *Mar. Pollut. Bull.*, 70, 289-295.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2000). *Política Nacional Ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia*. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente.

- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2002). *Programa Nacional para la Conservación de las Tortugas Marinas y Continentales de Colombia*. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA). (2002). *Política Nacional para Humedales interiores de Colombia Estrategias para su conservación y uso sostenible. Estrategias para su conservación y uso sostenible*. Bogotá: Consejo Nacional Ambiental.
- Mojica, J. I., Castellanos, C., Usma, J. S., y Álvarez, R. (Eds.). (2002). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente.
- Mojica, J. I., Usma, J. S., Álvarez-León, R., y Lasso, C. A. (Eds.). (2012). *Libro rojo de peces dulceacuícolas de Colombia*. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Universidad Nacional de Colombia, WWF Colombia y Universidad de Manizales.
- Molden, D. (2011). *Water for food, water for life: A comprehensive assessment of water management in agriculture*. London: Earthscan.
- Moncaleano, A. M. (2018). *Biomarcadores bioquímicos de exposición en bivalvos como herramientas para la evaluación de la salud ambiental frente a la contaminación de plaguicidas y metales pesados, en ecosistemas marino-costeros del Caribe colombiano*. (Tesis de grado). Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá, Colombia.
- Mora, C., Tittensor, D. P., Adl, S., Simpson, A. G. B., y Worm, B. (2011). How many species are there on Earth and in the ocean? *PLoS Biol*, 9(8). doi:10.1371/journal.pbio.1001127.
- Naciones Unidas. (2015). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivo 14 vida submarina*. Recuperado de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-14-life-below-water.html>.
- Moreno-Arias, R. A., Ardila-Robayo, M. C., Martínez-Barreto, W., y Suárez-Daza, R. M. (2013). Population ecology of spectacled caimán (*Caimán crocodylus fuscus*) in Magdalena River Valley (Cundinamarca, Colombia). *Caldasia*, 35(1), 25-36.
- Muñoz, D. M. (2011). *Revisión de la normatividad para zoocriaderos en Colombia*. (Tesis de grado). Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Muñoz, E. M., Ortega, A. M., Bock, B. C., y Páez, V. P. (2003). Demografía y ecología de anidación de la iguana verde, *Iguana iguana* (Squamata):

- Iguanidae), en dos poblaciones explotadas en la Depresión Momposina, Colombia. *Rev. Biol. Trop.*, 51(1): 229-240.
- Naciones Unidas. (2012). Rio + 20. *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible. El Futuro que queremos*. Tema 10. Documento final de la Conferencia.
- Naciones Unidas. (2017). *Objetivos de Desarrollo Sostenible. El mundo se compromete a acabar con la contaminación en la Cumbre de Nairíobi*. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/2017/12/el-mundo-se-compromete-acabar-con-la-contaminacion-en-cumbre-de-nairobi/>
- Nicéforo, M. (1953). Tortugas marinas de Colombia. *Boln. Inst. La Salle*, 40(192-193), 1-9.
- OCDE. (2016). *Pesca y acuicultura en Colombia*. Recuperado de [https://www.oecd.org/countries/colombia/Fisheries\\_Colombia\\_SPA\\_rev.pdf](https://www.oecd.org/countries/colombia/Fisheries_Colombia_SPA_rev.pdf)
- OCDE y Uneclac. (2014). *Evaluaciones del desempeño ambiental: Colombia 2014. Análisis de los resultados medioambientales*. OCDE: Santiago de Chile. Recuperado de <https://doi.org/10.1787/9789264213074-es>
- Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR). (2018). *Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030*. Ginebra: Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres. Recuperado de [www.unisdr.org/we/inform/publications/43291](http://www.unisdr.org/we/inform/publications/43291).
- Orjuela, A., Ricardo, R., Villamil, C., y Perdomo, L. (2010). Estado del conocimiento de los manglares. En *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros de Colombia: año 2009* (pp. 101-120). Serie de publicaciones periódicas n.º 8. Santa Marta: Invemar.
- Osorno-Arango, A. (2008). Estado de los litorales rocosos en Colombia. En *Informe del estado de los ambientes marinos y costeros en Colombia: año 2007* (pp. 111-146). Serie de Publicaciones Periódicas n.º 8. Santa Marta: Invemar.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia (PNN). (2010). Oficio DG-GJU 008447, 23 de septiembre 2010, dirigido a la Defensoría del Pueblo. Defensoría Delegada para los Derechos Colectivos y del Ambiente, Bogotá.
- Pavía, A. y Monterrosa, M. C. (2007). *Fortalecimiento del proceso de conservación de las tortugas anidantes en el Parque Nacional Natural Tayrona, Caribe Colombiano. Temporada 2007*. Bogotá: Fundación Colombia Marina.

- Pekel, J.-F., Cottam, A., Gorelick, N., y Belward, A. S. (2016). High resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, 540, 418-422.
- Plata, J. y Campos, N. (1992). Distribución de compuestos organoclorados en diferentes tejidos de peces de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *Contaminación Ambiental*, 13(24), 17-22.
- Polanco, O. (2018, junio 4). Los colombianos consumen 10 kilos de pescado al año. *El Espectador*. Recuperado de <https://www.elspectador.com/economia/colombianos-consumen-10-kilos-de-pescado-al-ano-articulo-792496>
- Posada, B. O., Díaz, M. C., y Navas, R. (2012). Estado del ambiente abiótico, calidad de aguas y biodiversidad marina: indicadores de estado. En *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: año 2011* (pp. 29-77). Serie de publicaciones periódicas n.º 8. Santa Marta: Invemar.
- Posada, B. O. y Henao, P. (2008). *Diagnóstico de la erosión y sedimentación en la zona costera del Caribe colombiano*. Santa Marta: Invemar.
- Poulin, J. y Gibb, H. (2008). *Mercurio: evaluación de la carga de morbilidad ambiental a nivel nacional y local*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
- Prigent, C., Papa, F., Aires, F., Jimenez, C., Rossow, W. B., y Matthews, E. (2012). Changes in land surface water dynamics since the 1990s and relation to population pressure. *Geophysical Research Letters*, 39(8).
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP). (2002). *The World's International Freshwater Agreements*. Nairobi: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (UNEP).
- Pulido, A. (1985). *Estudio de algunos parámetros ambientales de la explotación aurífera de Mineros de Antioquia en la cuenca del río Nechí: impacto ambiental preliminar*. (Tesis de grado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Ramírez, H., Carrillo, L. M., Lacera, E. A., y Ajiaco, R. E. (2001a). *La pesca de especies de interés ornamental en el área de influencia de Puerto Carreño*. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Colciencias e Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA).
- Ramírez-Gil, H. y Ajiaco-Martínez, R. E. (2001). La Orinoquía colombiana y su área de frontera. En Ramírez-Gil, H. y Ajiaco-Martínez, R. E. (Eds.),

- La pesca en la baja Orinoquía: una visión integral* (pp. 9-22). Bogotá: Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA).
- Ramsar. (2018). *Perspectiva mundial sobre los humedales. Estado de los humedales del mundo y de los servicios que prestan a las personas 2018*. Gland: Secretaría de la Convención de Ramsar. Convención sobre los humedales.
- Rea, W. J., Fenyves, E. J., Seba, D., y Pan, Y. (2001). Organochlorine pesticides and chlorinated hydrocarbon solvents in the blood of chemically sensitive patients. A statistical comparison with therapeutic medication and natural hormones. *J. Environ. Biol.*, 22, 163-169.
- Rengifo, L. M., Franco-Maya, A. M., Amaya-Espinel, J. D., Kattan, G. H., y López-Lanús, B. (Eds.). (2002). *Libro rojo de aves de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Restrepo, J. D. (Ed.). (2006). *Los sedimentos del río Magdalena: reflejo de la crisis ambiental*. Medellín: Eafit.
- Restrepo, J. C., Otero, L., y Casas, A. C. (2012). Shoreline changes between 1954 and 2007 in the marine protected area of the Rosario Island Archipelago (Caribbean of Colombia). *Ocean and Coast Management*, 69, 133-142.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, Å., Chapin, F. S., Lambin, E., Lenton, T. M., Scheffer, M., Folke, C., Schellnhuber, H., Nykvist, B., De Wit, C. A., Hughes, T., Van der Leeuw, S., Rodhe, H., Sörlin, S., Snyder, P. K., Costanza, R., Svedin, U., Falkenmark, M., Karlberg, L., Corell, R. W., Fabry, V. J., Hansen, J., Walker, B., Liverman, D., Richardson, K., Crutzen, P., y Foley, J. (2009). Planetary boundaries: exploring the safe operating space for humanity. *Ecology and Society*, 14(2), 32. Recuperado de <http://www.ecologyandsociety.org/vol14/iss2/art32/>
- Rodríguez-Mahecha, J. V., Alberico, M., Trujillo, F., y Jorgenson, J. (Eds.). (2006). *Libro rojo de los mamíferos de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá: Conservación Internacional Colombia y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Rueda-Almonacid, J. V. (2007). *Evaluación limnológica rápida en el río Inírida: base para zonificación minera de 50.000 hectáreas en el Municipio de Inírida*. Informe final. Bogotá: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Sinchi.
- Rueda-Almonacid, J. V., Lynch, J. D., y Amézquita, A. (Eds.). (2004). *Libro rojo de anfibios de Colombia*. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de

- Colombia. Bogotá: Conservación Internacional Colombia, Universidad Nacional de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente.
- Sánchez-Páez, H., Ulloa-Delgado, G. A., y Álvarez-León, R. (2000). *Hacia la recuperación de los manglares del Caribe colombiano*. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente.
- Sánchez-Páez, H., Ulloa-Delgado, G. A., y Tavera-Escobar, A. (2004). *Manual sobre zonificación y planificación para el manejo sostenible de los manglares del Caribe de Colombia*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
- Sanjuán-Muñoz, A., Jáuregui, A., Franco-Herrera, A., Grijalba-Bendeck, M., Vega-Sequeda, J., Santodomingo, A., Reyes, J., Gracia, A., Martínez, A., Ojeda, G. y García, C. (2007). Azooxanthellate Madracis coral communities of San Bernardo and Rosario Islands (Colombian Caribbean). *Bulletin of Marine Science*, 82(3), 273-287.
- Schroeder, R., McDonald, K. C., Chapman, B. D., Jensen, K., y Podest, E. (2015). Development and evaluation of a multi-year fractional surface water data set derived from active/passive microwave remote sensing data. *Remote Sensing*, 7, 16688-16732.
- Silva, J. D., Sarmiento, H. G., Castañeda, J. A., Murillo, M. H., Vanegas, G., Atencio, L., Viñas, M., Lara, A., Lara, R., Campo M., y García, I. (2010). *Plan de Manejo Integral de Humedales de la Subregión Depresión Momposina, parte baja de los ríos Cauca, Magdalena y San Jorge y Cuenca del río Sinú*. Magangué: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, CSB, Corantioquia, Corpamag, CVS y Corpomojana.
- Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES). (2019). Recuperado de <https://www.mineducacion.gov.co/sistemasinfo/SNIES/>
- Steer, R., Arias, F., Ramos, A., Sierra, P., Alonso, D., y Ocampo, P. (1997). *Documento base para la elaboración de la política nacional de ordenamiento integrado de las zonas costeras colombianas*. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente.
- Stockholm International Water Institute (SIWI). (2005). *Making Water a part of economic development: The economic benefits of improved water management and services*. Stockholm: Stockholm International Water Institute (SIWI).
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios). (2014a). *Disposición final de residuos sólidos. Informe nacional*. Bogotá: Superservicios.

- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios). (2014b). *Informe técnico sobre sistemas de tratamiento de aguas residuales en Colombia*. Bogotá: Superservicios.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios). (2015). *Disposición final de residuos sólidos. Informe nacional*. Bogotá: Superservicios.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (Superservicios). (2016). *Producción de residuos sólidos y sistemas de tratamiento de aguas residuales en los municipios costeros*. Bogotá: Superservicios.
- Tavera, H. (2010). *Caracterización, diagnóstico y zonificación de manglares en el departamento de Nariño*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Corporación Autónoma Regional de Nariño, Corponariño y WWF.
- Trujillo, F., Gärtner, A., Caicedo, D., y Diazgranados, M. C. (Eds.). (2013). *Diagnóstico del estado de conocimiento y conservación de los mamíferos acuáticos en Colombia*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Fundación Omacha, Conservación Internacional y WWF Colombia.
- Trujillo, F., Lasso, C. A., Díaz-Granados, M. C., Farina, O., Pérez, L. E., Barbarino, A., González, M. y Usma, J. S. (2010). Evaluación de la contaminación por mercurio en peces de interés comercial y de la concentración de organoclorados y organofosforados en el agua y sedimentos de la Orinoquía. En Lasso, C. A., J. S. Usma, F. Trujillo y A. Rial (Eds.), *Biodiversidad de la cuenca del Orinoco, bases científicas para la identificación de áreas prioritarias para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad* (pp. 338-355). Bogotá: Instituto de Investigación Alexander von Humboldt, WWF Colombia, Fundación Omacha, Fundación La Salle e Instituto de Estudios de la Orinoquía.
- Undesa. (2013). *World population prospects: The 2012 revision (United Nations Department of Economic and Social Affairs)*. New York: United Nations. Recuperado de <http://esa.un.org/wpp/>.
- Unesco. (2012). *World's groundwater resources are suffering from poor governance*. Paris: Unesco.
- Unesco. (2015). *UN World Water. Development report 2015: Water for a sustainable World*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

- Unesco. (2018). *UN World Water. The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-based solutions for water*. Paris: Unesco.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). (2008). *La biodiversidad de agua dulce. Un recurso escondido y amenazado. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Red List*. Recuperado de [http://cmsdata.iucn.org/downloads/freshwater\\_biodiversity\\_a\\_hidden\\_under\\_threat\\_factssheet\\_sp\\_pdf](http://cmsdata.iucn.org/downloads/freshwater_biodiversity_a_hidden_under_threat_factssheet_sp_pdf)
- United Geological Survey (USGS). (2013). *Land subsistence*. Recuperado de <http://ga.water.usgs.gov/edu/earthgwlandsubside.html>
- United Nations (UN). (2013). *Issues brief: Water and sanitation. Third session of the open Working Group, 22-24 May 2013*. New York: United Nations Sustainable Development Knowledge Platform.
- Universidad de Antioquia. (1988). Estudio del impacto ambiental por minería en el bajo Cauca y nordeste antioqueño. *Centro de Investigaciones*, 4, 29-39.
- Uribe, J. y Urrego, L. E. (2009). Análisis del uso del suelo por acuicultura en el delta del Canal del Dique entre 1986 y 2003 (Caribe colombiano). *Revista Gestión y Ambiente*, 12(2), 57-72.
- Veiga, M. (2010). *Antioquia, Colombia: el lugar más contaminado con mercurio en el mundo. Impresiones de dos visitas de campo*. (Tesis de grado). University of British Columbia, Vancouver, Canadá.
- Villamil, C. (2010). *Evaluación de ecosistemas de manglar con diferente cobertura en cuanto a los procesos de retención, absorción y acumulación de metales pesados (Cr, Cd, Pb, Zn y Cu)*. (Tesis de grado). Universidad Nacional de Colombia e Invemar, Santa Marta, Colombia.
- Vogelbein, W. K. y Unger, M. A. (2006). Liver carcinogenesis in a non-migratory fish: The association with polycyclic aromatic hydrocarbon exposure. *Bulletin European Association of Fish Pathologist*, 26(1), 11-20.
- WGF. (2014). *Mainstreaming gender in water governance programs: From design to results. WGF report n.º 4: Water governance facility*. Stockholm: Stockholm International Water Institute (SIWI).
- White, L. Jr. (1967). The historical roots of our ecological crisis. *Science*, 155(3767), 1203-1207.
- World Economics. (2014). *World economics: Global growth tracker*. Recuperado de [http://www.worlddeconomics.com/papers/Global%20Growth%20Monitor\\_7c66ffca-ff86-4e4c-979d-7c5d7a22ef21.paper](http://www.worlddeconomics.com/papers/Global%20Growth%20Monitor_7c66ffca-ff86-4e4c-979d-7c5d7a22ef21.paper).

- World Health Organization (WHO). (2016). *Children: Reducing mortality*. Recuperado de <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/children-reducing-mortality>
- World Health Organization (WHO) y Unicef. (2017). *Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines*. Denmark: Phoenix.
- World Health Organization (WHO) y Unicef. (2019). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. Special focus on inequalities*. New York: United Nations Children's Fund (Unicef) y World Health Organization (WHO).
- World Water Assessment Programme (WWAP). (2009). *The United Nations world water development report 2. Water: A shared responsibility*. Paris, New York: Unesco.
- World Water Assessment Programme (WWAP). (2014). *The United Nations World Water Development. Water and energy*. Paris: Unesco.
- World Water Assessment Programme (WWAP). (2017). *Wastewater: The untapped resource. The United Nations World Water Development Report 2017*. Paris: Unesco. Recuperado de [www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2017-wastewater-the-untapped-resource](http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2017-wastewater-the-untapped-resource)
- Wurl, O. y Obbard, J. P. (2004). A review of pollutants in the sea-surface microlayer (SML): A unique habitat for marine organisms. *Mar. Pollut. Bull.*, 48, 1016-1030.
- Zambrano, M., Casanova, R., Prada, J., Arencibia, G., Vidal, A., y Capetillo, N. (2012). Bioaccumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons in *Anadartuberculosa* (Sowerby, 1833) (*Arcoida: Arcidae*). *Gayana*, 76(1), 1-9.

Three



# **Gestión costera: elementos conceptuales, estado del arte y necesidades**



### **Marco general**

De acuerdo con el capítulo 17 de la Agenda 21 de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo, el concepto de desarrollo sustentable implica que el uso presente del ambiente marino y sus recursos no debe perjudicar su uso y disfrute para las futuras generaciones. Las prácticas pasadas que han negado este principio son la causa fundamental de muchos de los problemas ambientales actuales de los océanos y los recursos marino-costeros en el mundo. De esta manera, la gestión integrada de las áreas costeras y marinas surge como uno de los enfoques más importantes, que permite balancear el desarrollo de las actividades socioeconómicas sin comprometer el potencial y la protección de sus recursos naturales.

A nivel internacional, desde la Cumbre de la Tierra en Río de Janeiro (1992), la gestión integrada de las zonas costeras es considerada como la estrategia central para el manejo de las costas y los océanos, que permitirá avanzar hacia formas sostenibles de desarrollo en las regiones costeras; actualmente, en el marco de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), la gobernanza de costas y mares es la opción más acertada que se impulsa a nivel mundial, por su capacidad de integrar sectores y actores en un mismo espacio geográfico, con la intención de responder a los problemas que surgen en áreas tan singulares desde el punto de vista físico y natural, y de tanta trascendencia en lo social. Estas directrices fueron acogidas en el año 2000 dentro de los objetivos de desarrollo del milenio y posteriormente sus esfuerzos fueron analizados en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM), con el enfoque sobre los servicios de los ecosistemas y sus vínculos con el bienestar humano y las necesidades de desarrollo.

En el año 2002, la Cumbre de la Tierra de Johannesburgo (Río+10) destacó la necesidad de reducir la inequidad social y de manejar de manera integrada las cuencas hidrográficas costeras y las zonas marítimas asociadas. Diez años más tarde, la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo Sostenible Río+20, celebrada en Río de Janeiro, estableció los 17 ODS, con el propósito de crear un conjunto de objetivos mundiales relacionados con los desafíos ambientales, políticos y económicos con que se enfrenta el mundo dentro de una agenda al año 2030. Al respecto, se destacan el objetivo 14 “Vida submarina”, que busca conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible, y el objetivo 13 que propende por adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos, en relación con la sostenibilidad de las zonas marinas y costeras.

Para Colombia, la gestión del territorio marino-costero surge como una necesidad bajo una perspectiva territorial, dado que es un país que cuenta con 1 137 814 km<sup>2</sup> de área continental y aproximadamente 3531 km de línea de costa en el océano Pacífico y el mar Caribe, que le otorgan otros 892 102 km<sup>2</sup> de aguas jurisdiccionales, según el Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos (MEC) (Ideam *et al.*, 2007), para una extensión total aproximada de 2 070 408 km. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) formuló en el año 2001 la Política Nacional Ambiental para el denominado “Desarrollo Sostenible” de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia, y el documento Conpes 3164, donde se establece el Plan de Acción 2002-2004 para su implementación. Esta política propone entre sus instrumentos para la implementación, generar conocimiento científico e información, educación y participación bajo la perspectiva de la planificación, ordenación y desarrollo del territorio (MADS, 2002). Así mismo, el documento insta a la Comisión Colombiana del Océano (CCO) y al Ministerio de Educación a promover y a crear una red de centros de estudios e investigación marino-costera de la nación.

En este contexto, el documento presenta una visión general del estado del arte de la gestión costera en el país, que brinda algunos elementos conceptuales y normativos, así como también, intenta esbozar

las prioridades en términos de conocimiento que permitan proponer lineamientos para la investigación y gestión sustentable de los océanos y los recursos marino-costeros.

## Las zonas costeras en Colombia

Las áreas marítimas colombianas representan aproximadamente el 48 % del territorio y sus costas tienen una longitud aproximada de 3100 km (1300 km en el océano Pacífico, 1642 km en la región continental Caribe y 52 km en la región insular Caribe). El litoral Caribe colombiano hace parte de la frontera sur de la cuenca del Gran Caribe, que tiene un área aproximada de 2 640 000 km<sup>2</sup>, mientras que el litoral Pacífico está ubicado dentro de la zona definida como Pacífico Oriental Tropical. Las zonas insulares comprenden una serie de islas y cayos en el mar Caribe (archipiélago de San Andrés y Providencia, archipiélago de Islas del Rosario y San Bernardo) y en el océano Pacífico (islas de Gorgona, Gorgonilla y Malpelo).

Las costas del Caribe están conformadas en su mayoría por la llanura aluvial continental, por su parte, las costas rocosas del litoral están formadas por el inmenso batolito de la Sierra Nevada de Santa Marta que penetra directamente al mar en el área del Parque Tayrona, al norte del Caribe colombiano —con sus 5772 m, es la montaña litoral más alta del mundo—. Las costas del Caribe insular están formadas por arenas coralinas, especialmente en San Andrés. En Providencia las costas son arenosas y, en algunos casos, limosas por la presencia del mar, además, al ser una isla volcánica tiene una buena parte de costas rocosas.

El Pacífico colombiano está conformado por playas, zonas de estuarios y marismas y acantilados y formaciones aluviales, donde se puede apreciar el complejo de islas y orillares, diques naturales, bacines y terrazas aluviales. Las condiciones físicas del relieve, la orientación de las montañas, la cobertura vegetal, el carácter marítimo y la distancia al litoral son factores que producen o modifican los elementos que conforman un clima muy variado en el país. El régimen es bimodal con dos períodos secos y dos lluviosos que están regidos por las variaciones latitudinales del centro de convergencia intertropical (ZCIT).

## Delimitación espacial de la zona costera colombiana

La delimitación del ámbito espacial de la zona costera nacional es un ejercicio interdisciplinario realizado con el propósito de proveer una representación cartográfica del territorio sobre el cual se ha de ejercer la planificación y el manejo. La zona costera debe consistir en un área de anchura finita, limitada en extensión con el objetivo de permitir su ordenamiento ambiental adecuado. En Colombia, esta delimitación se ha basado en dos criterios fundamentales.

El primero está en relación con el uso del espacio marino-costero y sus problemas derivados, entre los cuales, los más relevantes son: 1) conflictos de uso y acceso por utilización competitiva del espacio costero y marino; 2) impactos ambientales negativos de los usos costeros múltiples que modifican la estructura y función de los ecosistemas costeros que soportan dichas actividades; y 3) deterioro de la calidad ambiental de los ecosistemas (contaminación). El segundo criterio está en relación con la inclusión de los ecosistemas de unidades de recursos costeros, en atención a su límite espacial, estructural y funcional. Los ecosistemas considerados son:

- Arrecifes coralinos.
- Ecosistemas de manglar y bosques de transición.
- Sistemas de playas y acantilados.
- Estuarios, deltas y lagunas costeras.
- Lechos de pastos marinos o praderas de fanerógamas.
- Fondos blandos sedimentarios de la plataforma continental.

A partir de estos criterios, se han discriminado dos tipos de zona costera en el país: continental e insular.

### Zona costera continental

La zona costera continental está constituida por tres subzonas o franjas paralelas de delimitación. En su eje longitudinal, esta zona es un continuo de subregiones costeras que se extiende a lo largo de los 3000 km del perímetro litoral de la nación. Dichas subzonas siempre incluyen el espacio aéreo que se encuentra por encima del mar o del continente emergido, el

lecho marino y el suelo, así como el subsuelo, para los dominios oceánicos y terrestres comprendidos en la zona costera, a saber:

- Subzona marítimo-costera o franja de mar afuera: es la banda de ancho variable comprendida entre la línea de marea baja promedio (LMBP) y el margen externo de la plataforma continental, este margen corresponde al borde continental donde la pendiente se acentúa hacia el talud y el fondo oceánico abisal. Para efectos de su delimitación se ha determinado convencionalmente este borde hasta la isóbata de 200 m. En los casos en que la plataforma se vuelve extremadamente angosta, esta banda se fijará entre la LMBP y hasta una línea paralela localizada a 12 millas náuticas de distancia mar adentro. Las áreas insulares como el archipiélago de Islas del Rosario, Islas de San Bernardo, Isla Fuerte e Islas de Gorgona y Gorgonilla, localizadas sobre la plataforma continental, están incluidas en esta subzona. El ancho mínimo de 12 millas náuticas para esta subzona no corresponde a una medida arbitraria, es la banda de territorio marino adyacente al territorio emergido continental donde se concentran el transporte marítimo de cabotaje, la pesca marítima artesanal y toda la actividad marítima portuaria.
- Subzona de bajamar o franja de transición: es la banda comprendida entre la LMBP y la línea de marea alta promedio (LMAP). El ancho de esta subzona está básicamente condicionado por el rango de amplitud mareal (4 m, en promedio, en el litoral Pacífico, 0,5 m en el litoral Caribe) y la pendiente de la costa o la topografía de los terrenos emergidos adyacentes a la línea de costa.
- Subzona terrestre-costera o franja de tierra adentro: es la banda comprendida desde la LMAP, hasta una línea paralela localizada a 2 km de distancia tierra adentro. Corresponde a la definición jurídica vigente de costa nacional.

### Zona costera insular

Se establecen como límites de la zona costera insular los siguientes:

- Subzona emergida: comprende todo el territorio insular emergido (islas y cayos) utilizando como referente la LMAP.

- Subzona de bajamar y de la terraza arrecifal: en el caso del archipiélago de San Andrés, esta abarca la banda comprendida entre la LMAP, la LMBP y el borde externo de la terraza prearrecifal coralina correspondiente a la isobata de los 100 m. El ancho de esta subzona está condicionado por el desarrollo de la terraza arrecifal, lagunar y prearrecifal del ecosistema coralino insular.

### Zona marítimo-costera o franja de mar afuera

Es la banda comprendida desde el borde externo de la terraza prearrecifal coralina, correspondiente a la isobata de los 100 m, hasta una línea paralela localizada a 12 millas náuticas de distancia mar adentro. Los límites de la zona costera de la Isla de Malpelo son: 1) subzona emergida: comprende todo el territorio emergido (isla y rocas), utilizando como referente la LMBP; y 2) subzona marítimo-costera o franja de mar afuera: es la banda comprendida desde la LMBP, hasta una línea paralela periférica localizada a 12 millas náuticas de distancia.

La delimitación de la franja costera ha hecho parte crucial de la política pública para el ordenamiento del territorio y ha contemplado las particularidades de los litorales Caribe y Pacífico desde lo regional y lo local. Por tal razón, se ha propuesto clasificar el territorio marino-costero en doce unidades ambientales costeras y/o oceánicas (UACO) (tabla 1), que corresponden a ecosistemas con una alta relación funcional, con características propias distintivas y condiciones de homogeneidad ambiental en cuanto a su fisonomía estructural y funcional, que permiten delimitarlas, de manera siempre aproximada dada su dinámica intrínseca, en un área geográfica determinada. De cada una de estas zonas depende la particularidad de la dinámica natural de los sistemas naturales y de las actividades como la pesca, la agricultura, el comercio, el turismo, la actividad portuaria, etc.

**Tabla 6.** Unidades ambientales costeras y/o oceánicas (UACO) para la planificación regional del territorio costero en el país

Escala	Sectorización de la zona costera		
Nacional	Unidades Integrales de Planificación y Ordenamiento Ambiental Territorial		
	Caribe continental: incluye la plataforma continental, islas continentales y espacios oceánicos.	Caribe insular: incluye el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina, los cayos y sus áreas marinas, submarinas y plataforma arrecifal.	Pacífico: incluye la plataforma continental, islas continentales y espacios oceánicos.
Regional	Unidades Ambientales Costeras y Oceánicas		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. UAC Alta Guajira</li> <li>2. UAC vertiente Norte de la Sierra Nevada de Santa Marta</li> <li>3. UAC Magdalena</li> <li>4. UAC río Sinú y Morrosquillo</li> <li>5. UAC Darién</li> </ol>	UAC Caribe insular	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. UAC Alto Chocó</li> <li>2. UAC Baudó</li> <li>3. UAC Málaga-Buenaventura</li> <li>4. UAC Llanura Aluvial del Sur</li> </ol>
	UA Caribe oceánico		UA Pacífico oceánico
Local	Unidades de Manejo Integrado (UMI)		
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. UMI Bahías Portete-Honda-Hondita</li> <li>2. UMI Bocas-río Piedras-río Palomino</li> <li>3. UMI Delta Canal del Dique-Bahía Baracoas</li> <li>4. UMI Bahía de Marirío</li> </ol>		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. UMI Bocanas Guapi-Iscuandé</li> <li>2. UMI Bahía Solano</li> <li>3. UMI Golfo de Tribugá</li> <li>4. UMI Bahía de Málaga</li> <li>5. UMI Bocanas-Hojas Blancas-Salahonda</li> </ol>

Fuente: Invemar, 2008.

## Características de la gestión y el manejo costero

La gestión costera es un proceso que articula varios actores del territorio, entre ellos, el sector público, la comunidad, la academia y el manejo de intereses de los sectores económicos en la elaboración e implementación de un plan integrado para protección y desarrollo de los ecosistemas y recursos costeros. El objetivo general del manejo costero debe promover la calidad de vida de las comunidades que dependen de los recursos de esta región, y mantener, a su vez, la diversidad y productividad biológica de esos ecosistemas. Expresado de esta forma, el objetivo de la gestión costera es claramente consistente con los compromisos nacionales e internacionales para el desarrollo sustentable de todos los ambientes (terrestres y marinos) estén o no sujetos a múltiple jurisdicción, desde las cuencas altas (cuencas hidrográficas), hasta los límites exteriores de las zonas económicas exclusivas (ZEE).

El manejo costero es un proceso continuo y dinámico que guía el uso, el desarrollo sustentable y la protección de las áreas costeras. Requiere la participación activa y sostenible de muchos actores clave, así como del público con intereses en la distribución de los recursos costeros y en la solución de conflictos relacionados con esta. El proceso de manejo costero proporciona el medio en el cual se discuten los problemas a escala local, regional y nacional, y se negocia su dirección hacia el futuro. El concepto de un enfoque integrado de manejo de áreas costeras es intencionalmente amplio y tiene cuatro elementos: 1) geográfico: toma en cuenta las interrelaciones e interdependencias (físicas, químicas, biológicas y ecológicas) entre los componentes terrestres, estuarinos, litorales y de mar adentro de las regiones costeras; 2) temporal: apoya la planificación e implementación de acciones de manejo dentro del contexto de una estrategia a largo plazo; 3) sectorial: toma en cuenta las interrelaciones entre los usos humanos de los recursos y áreas costeras, así como los valores e intereses socioeconómicos asociados; 4) político/institucional: provee la más amplia posibilidad de consulta entre gobierno, sectores económicos y sociales, y comunidad para el desarrollo de políticas, planificación, resolución de conflictos y elaboración de regulaciones

relacionadas con cualquier asunto que afecte el uso y la protección de áreas, recursos y atractivos costeros. El énfasis en el manejo integrado implica que tales programas deben:

- Fomentar el análisis interdisciplinario de los principales asuntos sociales, institucionales y ambientales, y de las opciones que estén afectando a un área costera determinada. Un proceso de manejo costero integrado (MCI) debe considerar los usos relevantes de un determinado lugar —pesquerías, acuicultura, agricultura, reforestación, industria, disposición de basuras y turismo—, en el contexto de las necesidades y aspiraciones de las respectivas comunidades. Además, debe distinguir entre los asuntos que parecen ser importantes sobre escalas de largo plazo (cambio climático, crecimiento poblacional y hábitos de consumo de la sociedad) y las preocupaciones inmediatas (procesos de gobierno, conflictos entre grupos de usuarios y condiciones económicas, sociales y ambientales).
- Proporcionar una estructura formal de gobierno y un conjunto de procedimientos que aseguren la continuidad y mantengan la confianza en el proceso de manejo. Los programas de MCI pueden construir y mantener fuerzas activas dentro de los intereses afectados cuando el proceso de planificación y toma de decisiones sea transparente y participativo. El programa debe ser responsable por sus acciones y debe demostrar que tiene la capacidad de resolver conflictos e implementar sus políticas y planes. Sin actores fuertes tanto en el ámbito central como local, ningún programa de MCI podría ser efectivo y sustentable.
- Promover el interés por la equidad en los métodos para la asignación y uso de los recursos. La conservación de la base crítica de recursos naturales, de las funciones claves de los ecosistemas y de la calidad ambiental son las metas que trascienden el presente y aseguran los beneficios y oportunidades que deberían estar disponibles para las futuras generaciones.

Un programa exitoso de MCI debe basarse en un proceso de planificación que busque armonizar los valores culturales, económicos y ambientales,

y a equilibrar la protección ambiental y el desarrollo económico, con un mínimo de normas, para usar y aprovechar los recursos costeros.

## Instrumentos normativos para la gestión y el manejo costero en el país

El origen de los instrumentos normativos e institucionales que rigen la política pública del territorio costero se enmarca en la Ley 99 de 1993, que originó una nueva institucionalidad ambiental en el país. En particular sobre el tema marino costero, el Decreto 1868 de 1994, que estableció la estructura del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y definió sus funciones, propuso la creación de una Subdirección de Zonas Marinas y Costeras. Sin embargo, en 1997, mediante el Decreto 1687 del MMA, se fusionaron en la Dirección General de Ecosistemas, del Despacho del Viceministro de Política y Regulación, la Dirección General Forestal y de Vida Silvestre (y sus subdirecciones de Planificación y Administración de Bosques y Flora, de Fauna y la de Ecosistemas no Boscosos). Posteriormente, en el Decreto 1124 de 1999, donde se definió nuevamente la estructura del MMA, se mantuvo la Dirección General de Ecosistemas y se establecieron las funciones relativas al tema marino-costero (DNP, 2013).

En 1997, se redactó el documento base para la elaboración de la Política Nacional de Ordenamiento Integrado de las Zonas Costeras Colombianas, que recogió información para la posterior formulación de la política de manejo de las zonas costeras. En el año 2000, el MMA aprobó la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia, más conocida como PNAOCI. A su vez, la CCO formuló en el año 2002 los Lineamientos de Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros, con base en los cuales fue aprobada en el 2008 la Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros, mejor conocida como PNOEC. Esta política resalta la labor a realizarse en términos de gestión en las zonas costeras colombianas, por parte de los planes de manejo integrado de zonas costeras (PMIZC). Además de este asunto, en la PNOEC se destaca la necesidad de incorporar en los planes de ordenamiento territorial (POT) del país los principios del

manejo integrado de las zonas costeras (MIZC). Mientras la PNAOCI es un instrumento político de orden ambiental, la PNOEC tiene un marco más amplio, que va desde la coordinación intersectorial y el poder naval, hasta asuntos transversales como la ciencia y la tecnología.

En el 2007, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) publicó la serie de documentos *Visión Colombia: II centenario*, dentro del cual se incluye un volumen denominado *Aprovechar el territorio marino-costero en forma eficiente y sostenible* (DNP, 2007). También formulado por el DNP, en el 2008 se publicó el documento *Elementos básicos para el manejo integrado de zonas costeras*, que aborda temas relacionados con las problemáticas de las zonas costeras, la metodología de los PMIZC y las normas internacionales. Asimismo, retoma ideas del documento del DNP de 2007 y de las políticas públicas de la zona costera, la PNAOCI y la PNOEC. De esta manera, se puede deducir que la PNOEC fue resultado de un proceso de consolidación de una institucionalidad ambiental en el país y de la adquisición de compromisos internacionales al adherir y suscribir convenios y protocolos para la protección y conservación ambiental.

En el 2010, se aprobó la PNOEC, desarrollada bajo la coordinación de la CCO. Su definición se realizó en articulación con las diferentes entidades vinculadas al espacio marino-costero, incluido el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT). Esta Política retoma lineamientos establecidos en la PNAOCI, como el manejo integrado de zonas costeras, gestión del riesgo, áreas marinas y costeras protegidas, ciencia, tecnología e innovación, conservación de recursos y ecosistemas estratégicos, biodiversidad marina, calidad ambiental y cambio climático (Ideam, 2017).

A partir de entonces, Colombia cuenta con dos instrumentos de política sobre el desarrollo de los espacios marino-costeros: la PNAOCI y la PNOEC. La CCO asumió la promoción y el seguimiento de la PNOEC, vinculando a los distintos ministerios en la construcción de su plan de acción, mientras que la PNAOCI sigue en cabeza del MAVDT. En la tabla 7 se muestra un análisis comparativo de las acciones y alcances de las políticas PNAOCI y PNOEC en el país.

En la tabla 8 se resume el conjunto de normas (leyes y decretos) que se encuentran relacionadas con el tema de la gestión costera en el país.

Aunque algunas de ellas no ejercen su acción directa en el territorio, abordan de manera tangencial la problemática del ordenamiento del territorio y, de alguna u otra manera, su cumplimiento intenta facilitar el manejo de acciones relacionadas con el uso de los recursos marino-costeros. Así mismo, en cuanto a los instrumentos de aplicación de este marco normativo, se han identificado diferentes niveles de ejecución y coordinación del manejo costero, por lo cual, se han evidenciado, en algunos casos, dificultades a la hora de aplicar la norma por las autoridades territoriales, lo que implica la necesidad de articular estas acciones para un ordenamiento eficiente del territorio marino-costero. Las responsabilidades para la gestión del espacio y los recursos costeros en Colombia no se encuentran claramente repartidas y actualmente la mayor responsabilidad administrativa recae en la escala nacional.

**Tabla 7.** Análisis comparativo de las acciones y alcances de las políticas PNAOCI y PNOEC en el país

Acciones de la PNAOCI	Cómo se contemplan por la PNOEC
Regiones Integrales de Planificación y Ordenamiento Territorial.	El Sistema Nacional de Manejo Integrado del Océano y Espacios Costeros tendrá como referente las tres Regiones Integrales adoptadas por la PNAOCI: Región Caribe, Continental y Océánica, Región Caribe Insular y Región Pacífico.
Armonizar la política con los procesos de planificación territorial.	Creación del Sistema Nacional de Manejo Integrado del Océanos y Espacios Costeros.
Continuación de estudios para actualizar la línea de base de información de pesca.	El Estado, a través de Colciencias, el Incoder o quien haga sus veces, el sector académico y los centros de investigación, programará y llevará a cabo las investigaciones pesqueras acuícolas marinas.
Promover proyectos pilotos para el turismo sostenible.	El Estado, a través del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y sus entidades adscritas, en coordinación con las demás autoridades competentes, diseñará mecanismos para atraer inversión en el desarrollo turístico costero.
Establecer medidas para reducir y mitigar el impacto que causan las actividades realizadas en los términos de carga general, graneleros de productos químicos, hidrocarburos, carboneras y pesqueros.	El Estado, a través de los ministerios de Minas y Energía, Interior, de Justicia y de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, junto con la Dirección de Atención y Prevención de Desastres, optimizará los niveles de eficiencia del país frente a las contingencias por derrame de hidrocarburos.
Manejo Integrado de la Zona Costera (MIZC).	El MIZC que fue definido por la PNAOCI se realizará de forma racional y operativa, en función de la legislación vigente y en relación con las características y recursos ecológicos, socioeconómicos y culturales propios de cada región.

Acciones de la PNAOCI	Cómo se contemplan por la PNOEC
Formulación y puesta en marcha de planes regionales de prevención y atención de riesgos.	El Estado, a través del Ministerio del Interior y de Justicia, en coordinación con las entidades que hacen parte del Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres, promoverá el desarrollo e implementación de los planes locales y regionales de emergencia y contingencias en las zonas costeras del país.
Definir criterios para el establecimiento de áreas marinas protegidas.	El Estado, a través del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial y de sus institutos vinculados y adscritos, generará y fortalecerá procesos de investigación básica y aplicada sobre estructura, composición y funcionalidad para la protección de los diferentes niveles de biodiversidad.
Diseñar programas de acción de conservación para las especies en peligro crítico de extinción, incluyendo los mecanismos para su implementación.	El Estado, a través del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, las CAR y los entes territoriales, conforme las competencias y responsabilidades que le asigna la ley, apoyará la implementación de los planes de manejo de las áreas marinas protegidas.
Lineamientos ambientales para el desarrollo de actividades productivos en los espacios y zonas...	El Estado, a través del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, generará las directrices para incluir los ecosistemas marinos y costeros dentro del...

Fuente: MMA, 2011.

**Tabla 8.** Principales normas legales relacionadas con el manejo integrado de zonas costeras en Colombia

Normativa/instrumentos	Principales características
Ley 9 de 1961	Plataforma Continental
Decreto Ley 2811 de 1974	Código de Recursos Naturales
Ley 10 de 1978	Por medio de la cual se dictan normas sobre mar territorial, zona económica exclusiva y plataforma continental
Ley 12 de 1981	Aprobatoria del Convenio Marpol y del protocolo de 1978
Decreto Ley 2324 de 1984	Por el cual se reorganiza la Dirección General Marítima
Ley 45 de 1985	Aprueba el Convenio para la protección de Medio Marino y Zona Costera del Pacífico sudeste
Ley 56 de 1987	Aprueba el Convenio para la protección y el desarrollo del Medio Marino en la región del mar Caribe
Ley 1 de 1990	Estatuto de puertos
Ley 13 de 1990	Estatuto General de Pesca
Ley 1 de 1991	Por medio de la cual se expide el Estatuto de Puertos Marítimos y se dictan otras disposiciones

Normativa/instrumentos	Principales características
Ley 12 de 1992	Aprobó el protocolo para la conservación y administración de las áreas marinas y costeras protegidas del Pacífico Sudeste
Decreto 838 de 1992	Por medio del cual se reglamenta el régimen de concesiones y licencias portuarias previstas en la Ley 1 de 1991
Ley 99 de 1993	Creó el Ministerio del Medio Ambiente (actualmente, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial) como máxima autoridad ambiental, como ente rector de la gestión ambiental del país, coordinador del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y regulador de acciones referentes a la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y del ambiente de la Nación
Ley 101 de 1993	Ley General de Desarrollo Agropecuario y Pesquero
Ley 164 de 1994	Por la cual se adopta la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 1992
Ley 165 de 1994	Por medio de la cual se aprueba el Convenio sobre la Diversidad Biológica, pactado en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992
Ley 357 de 1997	Por la cual Colombia adopta la Convención relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitats de Aves Acuáticas, aprobada por Ramsar en febrero de 1971
Ley 388 de 1997	Ley de desarrollo territorial (proceso para la implementación de planes de ordenamiento territorial municipales)
Ley 658 del 2001	Ley de Practicaje Marítimo y Fluvial
Ley 768 de 2002	Ley de distritos de Santa Marta, Barranquilla y Cartagena: creación de comités locales de manejo de zonas costeras
Ley 830 de 2003	Por medio de la cual se aprueban el “Convenio para la Represión de Actos Ilícitos contra la Seguridad de la Navegación Marítima”, pactado en Roma, el 10 de marzo de 1988 y el “Protocolo para la Represión de Actos Ilícitos contra la Seguridad de las Plataformas fijas emplazadas en la Plataforma Continental”, formulado en Roma, el 10 de marzo de 1988
Ley 915 de 2004	Por la cual se dicta el Estatuto Fronterizo para el Desarrollo Económico y Social del departamento de archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina
Decreto 2766 de 2005	Por medio del cual se adopta el Plan de Expansión Portuaria 2005-2006
Ley 1152 de 2007	Por la cual se dicta el Estatuto de Desarrollo Rural, se reforma el Incoder y se dictan otras disposiciones (transferencia de funciones en pesca y acuicultura al Instituto Colombiano Agropecuario (ICA))

La falta de una legislación articulada y operativa impide que las funciones sean repartidas por ley entre los diversos agentes institucionales y, por lo tanto, la cooperación y coordinación entre las diferentes escalas territoriales de gestión sobre los aspectos marino-costeros es incipiente; el área principal de conflicto es el reparto de responsabilidades en el espacio marino-costero, donde llegan a confluir competencias nacionales, regionales y locales.

### **Problemas relevantes para la gestión y el manejo sustentable del territorio costero**

El uso del territorio costero en los litorales ha dado origen a una serie de actividades, que desafortunadamente han ocasionado un marcado deterioro ambiental de los ecosistemas marinos y costeros. Estos usos múltiples del territorio no siempre son compatibles y algunos son excluyentes entre sí, lo que genera conflictos por uso y acceso a los recursos naturales. Muchos de estos problemas tienen su origen en la poca importancia que históricamente han tenido para el desarrollo del país (DNP, 2007). Los intentos de crear políticas y herramientas de control y manejo a escalas nacionales no han podido pasar a ser operativos de manera contundente, con lo cual ese vacío en el control y manejo de las zonas costeras ha agudizado los problemas, que se agrupan en las categorías que exponemos a continuación.

#### **Problemas ambientales**

Los problemas ambientales están principalmente asociados con actividades antrópicas que han generado cambios en todos los ecosistemas marinos del país, principalmente en la zona del Caribe (DNP, 2008), que a lo largo de la historia ha presentado mayores índices de población frente al Pacífico. Entre los principales impulsores de cambio tenemos el manejo inadecuado de los recursos pesqueros por parte de las comunidades locales y de la pesca industrial; la contaminación marina, principalmente localizada en zonas de uso industrial y portuario, así como resultado de las descargas de los ríos, que contienen químicos y cargas de sedimentos provenientes de tierras altas donde se desarrollan la agricultura y la ganadería; la deforestación de los bosques de manglar; la erosión costera generada por la construcción de

infraestructuras sin una adecuada información de las dinámicas costeras del litoral, la adecuación de terrenos como lagunas costeras, áreas de mangle y estuarios para la urbanización y el manejo inadecuado de los recursos costeros en general. La pérdida de los recursos naturales finalmente se refleja en el impacto social expresado en la afectación de la calidad de vida de las diferentes comunidades y pobladores de la zona costera colombiana.

La rehabilitación y restauración de ecosistemas marinos y costeros degradados es una prioridad para el mantenimiento de la base natural en ambos litorales. La política nacional de zonas costeras identifica como hábitats críticos prioritarios para la restauración de ecosistemas en el litoral Pacífico los siguientes territorios: Ensenada de Tumaco, La Tola, Salahonda, Pital de la Costa, Bubuey, Guajúí, Raposo, Nuquí y Pizarro. En el litoral Caribe se identifican los siguientes: Delta del Canal del Dique, complejos arrecifales de la isla de San Andrés, archipiélago de San Bernardo, Islas del Rosario, islas de Tierra Bomba, Barú, Fuerte y bajos aledaños, bosques de manglar del Golfo de Morrosquillo, Ciénaga de Mallorquín y la Alta Guajira.

En la actualidad, es difícil evidenciar qué se ha desarrollado en pro de la recuperación de estos ecosistemas en hábitats críticos y no todos presentan acciones al respecto. Particularmente, dado que estos territorios están a cargo de las entidades territoriales, especialmente de la Corporación Autónoma Regional (CAR), las cuales en muchos casos no están en los planes de acción regionales. Se puede concluir que el país tiene baja capacidad para diseñar e implementar estrategias de conservación que contemplen procesos activos de restauración y rehabilitación de ecosistemas marinos en la proporción requerida para el desarrollo sostenible de las áreas marinas y costeras. Adicionalmente, todo proceso de planeación de la restauración implica la determinación del ecosistema de referencia en cuanto a estructura, composición y función ecológica. En este sentido, los hábitats mencionados carecen en su mayoría de información suficiente para definir metas y alcances en restauración.

En cuanto a la calidad ambiental del medio marino se han identificado los principales problemas que deterioran la calidad del agua en los cuerpos de agua marino-costeros, entre ellos: 1) las aguas residuales domésticas, que se caracterizan principalmente por la presencia de material orgánico

biodegradable y compuestos sintéticos como detergentes y microorganismos patógenos. 2) Las aguas residuales industriales que contienen metales pesados y derivados de petróleo. 3) Las aguas residuales agrícolas y pecuarias que contienen fertilizantes y plaguicidas. 4) Las aguas de lastre y descargas de petróleo y sus derivados, que son eventualmente derramados en los cuerpos de agua. En este sentido, se encuentran avances principalmente en los procesos de caracterización de la contaminación y de monitoreo ambiental, que soportan la consolidación de un sistema de información de la calidad ambiental. Sin embargo, se puede decir que no ha habido avances suficientes en las estrategias para prevenir, reducir y controlar fuentes terrestres y marinas de contaminación del mar, dado que la calidad del agua no se ha mejorado y se registra una tendencia hacia calidades inadecuadas. Las implicaciones del bajo impacto de las estrategias actualmente tienen comprometida la salud de los ecosistemas y, por ende, de las comunidades.

### Problemas de inversión y seguridad social

Los índices de necesidades básicas insatisfechas (NBI) en las zonas costeras colombianas son altos, la pobreza en estas poblaciones es casi generalizada. Solo las capitales de los departamentos costeros alcanzan a cubrir un porcentaje relativamente más alto en seguridad social, con respecto al promedio nacional. Las zonas costeras continentales del Caribe y del Pacífico han sido escenarios del intenso conflicto armado colombiano. Por otro lado, el conflicto armado y el narcotráfico se han instaurado en ambos litorales, de tal manera que el gobierno central ha destinado grandes sumas de dinero para el financiamiento de la seguridad de la nación, lo que ha ido en detrimento de otros aspectos importantes como la educación, la salud, la investigación y el acceso a los servicios públicos como el agua y la energía en estas zonas.

### Problemática de coordinación, planificación y control institucional

A pesar de los intentos realizados por algunas instituciones del Estado, aún existen muchos vacíos jurídicos sobre las competencias en las zonas

costeras. Este es un asunto que solo podrá resolver una ley orgánica de ordenamiento territorial. Sin embargo, vale la pena resaltar que aún no existe articulación entre los PMIZC, los POT y los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas (POMCA). Esto genera disparidades en los territorios que, además, se continúan en los alcances, las vigencias y los tiempos en que se formulan. En consecuencia, las responsabilidades para la gestión del espacio y los recursos costeros no se encuentran claramente repartidas y actualmente la mayor responsabilidad administrativa recae en la escala nacional. La falta de una legislación adecuada y operativa impide que las funciones sean repartidas por ley entre los diversos agentes institucionales y, por lo tanto, la cooperación y coordinación entre las diferentes escalas territoriales de gestión sobre los aspectos marino-costeros son incipientes, de manera que la coordinación y la planificación de responsabilidades en el espacio marino-costero son el área principal de conflicto, donde se encuentran competencias nacionales, regionales y locales.

Para garantizar el principio de participación y coordinación interinstitucional en materia de planificación del territorio costero en el ámbito nacional, han ido surgiendo órganos encargados que buscan crear un diálogo, a manera de participación interinstitucional, en el que participan las siguientes instituciones, en el caso particular de las zonas costeras y marinas:

- Comisión Colombiana del Océano (CCO): órgano intersectorial permanente de asesoría, consulta, planificación y coordinación del gobierno nacional respecto a la Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros y temas conexos relacionados con ciencia, tecnología, economía y medio ambiente para el desarrollo sostenible de los mares colombianos y sus recursos.
- Comité Nacional de Manejo Integrado de los Espacios Oceánicos y Zonas Costeras: creado en el 2003, establecido en la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia, como la instancia responsable de orientar la formulación e integración de las políticas sectoriales para impulsar el ordenamiento y desarrollo sostenible de las zonas costeras colombianas. Es el ámbito nacional

de presentación, concertación y armonización de las políticas y programas relacionados con desarrollo oceánico y zonas costeras, coordinado por el MAVDT conjuntamente con la CCO.

- Consejo Nacional Ambiental: creado en virtud de la Ley 99 de 1993, con el propósito de asegurar la coordinación intersectorial en el ámbito público de las políticas, planes y programas en materia ambiental y de recursos naturales renovables.
- Consejo Nacional de Política Económica y Social: es el organismo principal de la administración, encargado de la elaboración y formulación de los planes generales de desarrollo económico y social, que deben ser presentados a esta entidad, para su estudio, aprobación y posterior presentación al Congreso de la República; también le corresponde el seguimiento y evaluación de los planes y programas generales de desarrollo y la proposición de los ajustes y modificaciones necesarios. Garantiza de algún modo un grado de coordinación entre los ministerios.

El problema que se presenta con estos organismos es que algunos no tienen poder de decisión, al menos a nivel territorial, lo que implica que solo pueden llegar a recomendar acerca del asunto que los convoque. Sumado a estas dificultades y aun cuando su objetivo sea lograr la concurrencia de entidades que tienen alguna responsabilidad en la zona costera, los mecanismos de coordinación son todavía insuficientes. Esto se agudiza al no existir una estructura administrativa o marco institucional específico de gestión que permita un enfoque unitario y un tratamiento sistemático de la problemática del manejo integrado de las zonas costeras (MIC). El manejo de algunos espacios dentro del territorio, especialmente las áreas marinas y litorales (playas, terrenos de bajamar), están bajo la jurisdicción y competencia de instituciones de orden regional y local. En la tabla 9 se identifican los diferentes niveles de ejecución y coordinación del manejo costero, por lo cual, las autoridades territoriales deben conocer y procurar su articulación con ellas a la hora de adelantar procesos orientados al manejo interdisciplinario e intersectorial del territorio marino-costero.

**Tabla 9.** Niveles de ejecución y coordinación del manejo costero en el país

Escalas geográficas	Niveles de gestión	Entidades responsables	Mecanismos de integración y coordinación
Nacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Políticas generales de alcance nacional</li> <li>• Planes de desarrollo y sectoriales</li> <li>• Expedición de normas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial</li> <li>• Comisión Colombiana del Océano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes)</li> <li>• Comité Nacional de Manejo Integrado de los Espacios Oceánicos y Zonas Costeras</li> </ul>
Regional Unidades Integrales de Planificación y Ordenamiento Territorial del Pacífico y el Caribe	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planes estratégicos regionales</li> <li>• Planes de desarrollo departamental</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gobernaciones</li> <li>• Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comité Regional de Manejo Integrado de Zonas Costeras</li> </ul>
Subregional Unidades Ambientales Oceánicas y/o Costeras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planes de manejo integrado de zonas costeras</li> <li>• Planes de acción trienales de las CAR</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible</li> <li>• Capitanías de Puerto de la Dimar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comité Regional de Manejo Integrado de Zonas Costeras</li> </ul>
Local Municipios, resguardos, territorios colectivos de comunidades negras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planes de desarrollo municipales</li> <li>• Planes de ordenamiento territorial</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcaldías</li> <li>• Capitanías de Puerto de la Dimar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordinación entre municipios</li> </ul>

Fuente: Lacambra et al., 2003.

A partir de la creación de la PNAOCI, se inició el proceso de creación de las Unidades Ambientales Costeras (UAC) en las regiones costeras. El Invemar y las CAR costeras adoptaron la formulación de los planes de manejo integrado de estas unidades de planificación, lo que significó un verdadero ejercicio de planificación de manejo costero en el país.

### Problemática de los recursos para la gestión costera

Actualmente, los fondos disponibles destinados de forma específica para la gestión costera son prácticamente inexistentes. Salvo los presupuestos públicos de funcionamiento de la Secretaría Ejecutiva de la CCO, los de

las CAR de las zonas costeras y algunos rubros de investigación de las universidades públicas y privadas, incluidos los financiados por Colciencias, no existen inversiones para mejorar el estado de la gestión costera y marina. Sobre presupuestos de inversión, algunas CAR han destinado presupuesto para ejecutar algunos planes de manejo integrado de las UAC, como se señaló anteriormente, tanto en el Pacífico como en el Caribe.

En conclusión, el desbalance entre la tarea a realizar y los recursos disponibles es abismal. Si se desea un programa de gestión costera como el Plan Nacional de Manejo Integrado Costero, este debe ser adecuadamente financiado en los procesos de investigación, acción y participación. Actualmente no existen los medios para conseguir los recursos necesarios en forma periódica, que permitan desarrollar una gestión eficiente. Todavía no es claro para las entidades encargadas de la financiación de la gestión costera, tanto a nivel nacional, como departamental y local, que sin los recursos a mediano plazo (cinco años) no se podrán disponer las bases para un desarrollo sostenible del litoral a largo plazo.

### Problemática del conocimiento para el desarrollo de la gestión costera

De los conocimientos necesarios para la toma de decisiones se puede decir, en términos generales, que la mayoría se relacionan con las ciencias naturales. En esta disciplina se ha concentrado la mayor parte de la inversión estatal y privada en la formación del personal y en la descripción de la línea base natural de la zona costera. La mayor parte de la investigación se adelanta en el Invemar, el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP) y las universidades públicas y privadas.

Un análisis genérico de las bases científicas para tomar decisiones aplicado al MIC muestra que, a pesar del innegable avance en los temas, hay muy pocos grupos activos trabajando en el tema. En cuanto a las ciencias sociales, hay grupos de investigación sobre ordenamiento territorial, pero no se puede decir que hayan logrado formar una masa crítica de conocimientos aceptable para entender los subsistemas costeros. Sobre la parte física y natural terrestre hay información básica en geología y geomorfología, pero no se puede decir que se toman decisiones para evitar y prevenir

problemas costeros, como la erosión (espolones, diques, muros de contención, etc.), pero que el conocimiento básico necesario para tomarlas no existe. En relación con la calificación del recurso humano, hay un buen número de profesionales en biología marina altamente calificados, pero muy pocos con la formación interdisciplinaria para diseñar e implementar el manejo costero integrado que necesita el país. La Dimar, por medio de sus dos institutos de investigación, Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, en Cartagena, y Centro Control Contaminación del Pacífico, en Tumaco, ha desarrollado una agenda científica en los últimos años que ha formado talento humano en investigación costera.

Las iniciativas de educación ambiental en temas de las ciencias del mar y la formación de los jóvenes sobre el mar son quizá la mayor debilidad para lograr una gestión y manejo costero integrado en Colombia. Prácticamente son nulas las actividades sostenidas y coordinadas que se han realizado desde las regiones. El esfuerzo más destacable a nivel nacional ha sido la implementación que propuso el Ministerio de Educación en conjunto con la CCO para el establecimiento del Bachillerato del Mar en los colegios públicos de las ciudades costeras, aunque la iniciativa solo se pudo implementar en Buenaventura y en Tumaco.

La ausencia de una educación ambiental para la sostenibilidad de las costas es crítica, y a pesar de la existencia de una Política Nacional de Educación Ambiental, esta ignora totalmente los mares y costas. La CCO tiene un comité técnico de educación marítima nacional a cargo de la recuperación de la identidad nacional con el mar y la PNOEC tiene acciones concretas en cultura y educación marítima, sin embargo, los resultados son todavía escasos.

### Las bases científicas para la gestión y el manejo costero

La contribución científica en la gestión costera se traduce en el conocimiento necesario que se genera desde las ciencias naturales, sociales, económicas y de la ingeniería para la comprensión de los procesos ecológicos y socioambientales que prevalecen en la zona costera. El manejo costero requiere que crezca constantemente el conocimiento sobre cómo funcionan los ecosistemas y cómo responden a las fuerzas antropogénicas.

Las bases científicas para el manejo costero están ampliamente determinadas por el conocimiento existente, y la información necesaria con enfoque interdisciplinario que permita la toma de decisiones.

### Línea base del conocimiento para la gestión y el manejo costero integrado (MIC)

Para la construcción de un programa de ordenación integrada de los espacios oceánicos y zonas costeras, se requiere de la implementación y mantenimiento de un sistema de información costero (SIC) que recopile, integre, maneje, actualice, analice y distribuya a los responsables de la toma de decisiones, conocimiento y datos procesados especializados sobre el estado de las condiciones ambientales, los entornos y usos de los recursos marino-costeros. Este es el insumo esencial para proveer a las entidades locales encargadas del manejo del territorio, en este caso las CAR de las zonas costeras, y a otras entidades territoriales, como autoridades ambientales, marítimas y de gobierno.

Existen varios antecedentes en el país de esfuerzos en el sentido de crear este tipo de sistemas de información. Desde la formulación de los planes de ciencias y tecnologías del mar en Colciencias, las bases de datos del Invemar, la CCO, las universidades, entre otros. Esta propuesta no ha sido aún consolidada, en cambio, han surgido nuevos y especializados sistemas de información de orientación específica, pero con débiles mecanismos de interrelación interinstitucional en el ámbito nacional. Entre estos se encuentran los casos del Sistema Estadístico Pesquero de la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), el Sistema Nacional Ambiental Marino (Sinam) del Invemar y la Red Colombiana Ambiental Marina (Redcam) del Invemar. Particularmente, la Redcam elaboró el Programa Nacional de Investigación, Evaluación, Prevención, Reducción y Control de Fuentes Marinas y Terrestres de Contaminación del Mar (PNICM), con el objetivo de evaluar los efectos de las actividades humanas sobre los ecosistemas marinos y costeros con miras a disponer en forma permanente de un informe actualizado de las condiciones ambientales. La Red ha venido realizando la tarea de manera continua a lo largo de los últimos diez años. Una de las implicaciones de

los sistemas de información es que sus actividades dependen de los recursos financieros y de información de las distintas instituciones y programas con algún interés en el desarrollo costero nacional. Por lo cual el SIC deberá operar en y entre la estructura institucional de las entidades sectoriales vinculadas a este desarrollo costero, el grueso de sus recursos de información debe recurrir a los programas existentes y a los indicadores de impacto por ellos generados. De la pertinencia, la integración y la calidad de la información que se generen en el marco de estos sistemas de información dependerá en gran medida el éxito de un programa de ordenación integrada de las zonas costeras.

El estado de la investigación sobre los ecosistemas marinos costeros se viene consolidando por el *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros* en Colombia que publica el Invemar cada año. El informe reporta once temas de las investigaciones llevadas a cabo en el período anual de la siguiente manera: 1) caracterización de ecosistemas, 2) distribución de especies, 3) función, 4) filogenia, 5) biología de organismos, 6) rehabilitación/restauración y mitigación, 7) impactos, 8) genética, 9) manejo, 10) conservación y 11) metodologías. Para la revisión de la bibliografía sobre el estado de la gestión costera en el país se revisaron documentos como los POT, municipales y departamentales, así como los informes de gestión de las CAR, y no se encontraron investigaciones asociadas a estas temáticas. El ecosistema más estudiado para la gestión costera son los manglares, principalmente en temas de monitoreo y conservación.

El análisis bibliográfico muestra que la mayoría de los temas para el manejo costero están relacionados con estudios de caracterización (25 %) y función (25 %) de ecosistemas. Sobre estrategias de rehabilitación y restauración ecosistémica solo se reporta un 2 % de estudios. Esto representa una debilidad, teniendo en cuenta que este es uno de los ejes de la política y de las estrategias de manejo integrado que requiere estudios interdisciplinarios aplicados a recuperación ecosistémica.

La DNP (2013), en su informe sobre el territorio marino-costero, expone como línea base para Colciencias la presencia de 51 grupos de investigación relacionados con el tema marino costero. En el documento, Colciencias registra la financiación de 155 proyectos de investigación correspondientes

al 6% del presupuesto de la entidad. De los 12 departamentos costeros, 9 han construido su Agenda de Ciencia y Tecnología e Innovación, existen 244 investigadores, 74 doctorados y 55 maestrías. Colciencias invierte recursos en: 1) proyectos de investigación, 2) formación de personal en pregrado y posgrado, 3) apropiación social del conocimiento y 4) fortalecimiento de centros y grupos de investigación. Los departamentos con un mayor número de grupos de investigación en el tema marino son Magdalena (por la presencia de Invemar), Antioquia, Bolívar y Valle del Cauca. Actualmente, todos los departamentos costeros tienen agenda de ciencia, tecnología e innovación. De acuerdo con este informe y la información registrada por Colciencias, los temas específicos de apoyo a proyectos de investigación son: acuicultura, ecología, biodiversidad, estructura y función ecológica, pesquería, calidad marina, aprovechamiento marino, geología, oceanografía, productos naturales, ingeniería técnica y logística, manejo integrado de zonas costeras. La mayor inversión está en estudios de acuicultura, seguidos por temas de ecología y biodiversidad. Sin embargo, resalta la gran inversión realizada en el primer tema, que responde a los intereses del sector productivo para producción de peces y camarones en la región Caribe. La menor inversión ha sido en manejo integrado de zonas costeras, lo cual refleja el poco avance del tema en la década pasada.

La gestión de la información no ha sido suficiente, pertinente, aplicable al desarrollo sostenible de las zonas marinas y costeras, considerando que no existió una priorización de temas y enfoques investigativos, prueba de ello es que el conocimiento es aún incipiente en gran parte de los temas, con baja aplicabilidad en el territorio y problemáticas emergentes, muy enfocada en procesos investigativos de diagnósticos y caracterizaciones de elementos biofísicos, y en poca medida al conocimiento aplicado.

A partir de este análisis de la línea base del conocimiento para la gestión y manejo costero integrado (MIC), se puede concluir que:

- Aunque no existe un sistema nacional sobre información para la gestión y manejo costero en el país como tal, existen grupos y redes de investigación que desarrollan temas que sirven de base para la toma de decisiones de las instituciones encargadas de la administración de los recursos marino-costeros.

- No existe un plan de investigación y conocimiento que oriente y genere sinergias entre grupos y redes de investigación, afloran los temas por interés de formación de los investigadores, de líneas temáticas o por oportunidad, dados el conocimiento y la experiencia de los investigadores *senior* del país.
- No es posible medir cualitativa o cuantitativamente el grado de respuesta a las necesidades de conocimiento, pues no se ha definido un plan que lo permita. En este sentido, se ve cómo la financiación de investigación de Colciencias en un primer momento respondió a temas básicos para la caracterización del medio marino y a temas aplicados como la acuicultura, que fue un sector que impulsó la producción de conocimiento debido a las necesidades de las empresas en la década de los noventa.
- Se puede señalar una baja efectividad de información que se requiere para la implementación de la política de zonas costeras del país, considerando que dicho conocimiento debe ser la columna vertebral de los modelos de uso sostenible que se requieren validar, que han tardado en ser diseñados e implementados.
- La Redcam es una red de conocimiento que responde de manera ordenada, sistemática y permanente, a un sistema de información más completo encontrado para la gestión costera y es la que responde de alguna manera a las acciones planteadas para el desarrollo de la PNAOCI.
- Es urgente integrar los distintos subsistemas de información que sirvan de apoyo para el almacenamiento, procesamiento y análisis de datos costeros y marinos existentes en distintas instituciones de la Nación.

## Referencias

Comisión Colombiana del Océano (cco). (2008). *Política Nacional de los océanos y espacios costeros* (2 ed.). Bogotá: Vicepresidencia de la República, Comisión Colombiana del Océano, Armada Nacional, Dirección General

- Marítima, Colciencias, Convenio Andrés Bello y Comisión Oceanográfica Intergubernamental.
- Comisión Colombiana del Océano (CCO). (2010). *Lineamientos para la Formulación del Plan Nacional de Manejo Integrado de Zonas Costeras* (PNMIZC). Bogotá: Comisión Colombiana del Océano.
- Conpes 3611. (2009). *Plan de Expansión Portuaria 2009-2011. Puertos para la competitividad y el desarrollo sostenible*. Bogotá: Consejo Nacional de Política Económica y Social y Departamento Planeación Nacional.
- Dirección Nacional de Planeación (DNP). (2007). *Visión Colombia: II centenario. Aprovechar el territorio marino-costero en forma eficiente y sostenible propuesta para discusión*. Bogotá: Presidencia de la República.
- Dirección Nacional de Planeación (DNP). (2008). *Elementos básicos para el manejo integrado de zonas costeras*. Bogotá: Dirección de Desarrollo Territorial Sostenible.
- Dirección Nacional de Planeación (DNP). (2013). *Consejo Nacional de Política Económica y Social. Conpes 3819 de 2013*. Bogotá: Dirección Nacional de Planeación.
- Ideam, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH), Invemar, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Sinchi, e Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP). (2007). *Ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia*. Bogotá: Ideam, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAVH), Invemar, Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, Sinchi, e Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico (IIAP).
- Invemar. (2008). *Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: año 2007*. Serie de Publicaciones Periódicas n.º 8. Santa Marta: Invemar.
- Lacambra C. L., Lozano C. P., Alonso D., y Fontalvo, M.. (2003). *Amenazas naturales y antrópicas en las zonas costeras colombianas*. Santa Marta: Invemar.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2002). *Programa Nacional para el Uso Sostenible, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Manglar*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

сша

**Pueblos  
marítimos y  
fluviales**

**litro**



### Contexto y justificación\*

En tiempos de transformaciones ambientales a escala global, la preocupación por el estado actual y el futuro de los océanos, ríos, lagos y otros cuerpos de agua ha ocupado un lugar central en las agendas nacionales e internacionales de gobernanza ambiental e investigación científica. Por un lado, la extracción masiva de especies acuáticas para consumo humano ha configurado una crisis en las economías pesqueras tanto industriales como de pequeña escala. Por otro lado, los paisajes hídricos globales se han convertido en escenarios de disputas por soberanías estatales, de expansión de industrias extractivas, rutas del narcotráfico y otras economías ilegales, vertederos de desechos, objetos de privatización y despojo, y medios a través de los cuales el cambio climático se manifiesta. El aumento del nivel del mar y de la frecuencia e intensidad de las inundaciones, así como los fenómenos crecientes de sequía y desaparición de ríos y humedales, son factores que amenazan la subsistencia de especies que dependen de los cuerpos de agua para subsistir, incluyendo a los seres humanos. La respuesta a estos fenómenos desde diferentes instancias de la sociedad ha sido diversa. En el caso de la producción científica en ámbitos como

---

\* El presente documento fue elaborado con el acompañamiento de investigadores de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad del Norte, Barranquilla.

las ciencias oceánicas, por ejemplo, se ha experimentado un aumento significativo en los últimos años, principalmente en países como China, Irán, India, Brasil, Corea, Turquía y Malasia.

Este contexto de crisis ambiental demanda una atención especial a las sociedades cuyas vidas se desarrollan cerca al mar, los ríos y los humedales del mundo. El reporte sobre el estado actual de la pesca y la acuicultura de la FAO (2018) muestra que cerca de 40,3 millones de personas en el mundo están involucradas en actividades pesqueras. Esta cifra tiende a disminuir a medida que aumenta la cantidad de personas que trabajan en acuicultura. En conjunto, estas dos tendencias evidencian la importancia de los recursos acuáticos para las economías domésticas e industriales de muchas naciones. Lo que no se muestra de forma clara en muchas de las estadísticas globales actuales sobre pesca es el entramado de conocimientos y relaciones sociales, históricas y culturales que se han tejido en torno a las actividades de uso y aprovechamiento de ecosistemas acuáticos. Los diferentes cuerpos de agua en el mundo han sido históricamente espacios de reproducción social en los que se han construido diferentes formas de conocimiento y de habitar entre el agua y la tierra. Es por eso que las preocupaciones locales, nacionales e internacionales por los ecosistemas y recursos acuáticos deben considerar también el lugar de los humanos en estos ambientes. La función de los seres humanos no se limita a provocar las crisis, sino que se refiere también a su presencia como habitantes, cuyas vidas también se ven afectadas por las transformaciones de su entorno.

En el contexto colombiano, la reflexión sobre la vida de la gente que habita y trabaja en ecosistemas acuáticos es cada vez más necesaria. Colombia es un país de recursos hídricos abundantes en sus diferentes regiones y con territorios costeros e insulares en el Pacífico y el Caribe. Diversos ríos conectan las montañas con el mar y, al hacerlo, comunican diferentes poblados, sistemas hídricos, formas de conocimiento, sistemas productivos y especies animales y vegetales. A pesar de esta abundancia, no todas las personas tienen acceso pleno al uso y disfrute de los ecosistemas acuáticos. La contaminación, la apropiación y el despojo de cuerpos de

agua, el desvío de ríos y caños, el desecamiento de humedales, la privatización de espacios marinos, la crisis pesquera, la erosión costera, entre otros, son fenómenos que socavan la reproducción de la vida social en ambientes hídricos.

Estos problemas plantean desafíos significativos para la academia y el gobierno. Aunque la investigación en ecosistemas hídricos en ciencias naturales tiene un espacio definido en diversas universidades y centros de investigación, no sucede lo mismo con la investigación social sobre pueblos marítimos y ribereños. Sabemos poco sobre la manera como la gente que se dedica a la pesca enfrenta la crisis actual, el deterioro del agua, o las situaciones de riesgo climático, vulnerabilidad e inseguridad. Tampoco sabemos mucho sobre la diversidad de conocimientos locales sobre el mar y sus características, o sobre la navegación y la ecología de las especies acuáticas. No conocemos en detalle la historia de las organizaciones y movimientos pesqueros, ni los desafíos que han enfrentado esas iniciativas organizativas. Tampoco hemos explorado suficientemente las propuestas de los pueblos marítimos y fluviales para ordenar su territorio. Aún tenemos un camino largo para recorrer en el estudio de las sociedades marítimas y fluviales del pasado, tanto en la época colonial como en el período prehispánico. Un avance hacia el conocimiento de esos temas no solo visibilizaría los pueblos marítimos y fluviales en el sistema de ciencia y tecnología sino también en la política pública y el gobierno en sus diferentes niveles. Si bien han existido iniciativas gubernamentales en temas pesqueros, las formas de vida que dependen del mar, los ríos y los humedales han ocupado un lugar de desventaja y poco notorio en los ámbitos de acción estatal. Por lo tanto, no es impreciso afirmar que Colombia está en mora de eliminar las barreras que han impedido a los habitantes de los ecosistemas hídricos salir de la invisibilidad histórica en la que se han encontrado. Con el propósito de contribuir a esta labor, se sugieren unos lineamientos generales en materia de investigación científica en ciencias sociales sobre pueblos marítimos y fluviales de relevancia para las políticas públicas y las acciones gubernamentales.

## Demasiado importante para ignorar

Según Global Partnership for Small-Scale Fisheries Research, es necesario dirigir la atención hacia la interrelación de las agrupaciones humanas con el mar en distintas sociedades y marcos temporales. De acuerdo con la FAO, las actividades pesqueras apoyaban el sustento de 540 millones de personas en el mundo. Asimismo, la mayoría de las estadísticas oficiales indican que 59,6 millones de personas participaban en el sector primario de la pesca de captura y en la acuicultura. Según este organismo, en el 2016, el 85 % de la población mundial empleada en los sectores de la pesca y la acuicultura se encontraba en Asia, seguida de África (10%) y América Latina y el Caribe (4%). Este organismo internacional estima que, en el 2016, en general, las mujeres representaron alrededor del 14% de todas las personas dedicadas directamente al sector primario de la pesca y la acuicultura.

En Colombia diversos documentos del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR) y la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP) sugieren que existen entre 67000 y 150000 pescadores artesanales de los cuales cerca de un tercio ejercería su actividad en las costas y dos tercios en aguas interiores (OCDE, 2016). Los llamados pueblos del mar son aquellos grupos humanos que tienen una larga interacción con los espacios marítimos y generan conceptualizaciones acerca de estos. En Colombia corresponden a pueblos indígenas cuyos territorios ancestrales se encuentran sobre el Caribe y el Pacífico (wayuu, tule, entre otros), grupos afrocolombianos y comunidad raizal del archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. El mar tiene para algunas sociedades dimensiones rituales significativas, como sucede con los pueblos indígenas situados en la Sierra Nevada de Santa Marta, que conciben un vínculo emocional muy fuerte entre el mar, los animales, las plantas y los humanos que lo habitan. Debido a esta interacción entre los espacios haliéuticos y los humanos se generan conocimientos y destrezas que pueden ser empleados por algunas sociedades en su bienestar, organización política y en sus principios de control territorial.

El mar puede ser percibido como un espacio hostil y salvaje desde el que la tierra firme es un referente grato y tranquilizador, pero también puede ser considerado por otros como un lugar familiar y no amenazante. Asimismo, el mar tiene, en diversas sociedades, dimensiones rituales y de memoria. La expresión “cultura marítima”, según Ome-Barón (2008), hace alusión al conjunto de relaciones que tiene una población o grupo social con el mar, que generan imágenes, valoraciones, taxonomías y representaciones colectivas de este.

A pesar de ello, incluso a nivel internacional hay grandes limitaciones en el estado del arte sobre diversos aspectos sociales de los pueblos marítimos. En la tabla 10, según lo establece Chuenpagdee (2011), se pueden observar los principales temas de investigación.

**Tabla 10.** Investigaciones publicadas sobre pesca a pequeña escala

Tema	Nivel de cobertura <sup>a</sup>			
	Antes de 1980	1980-1989	1990-1999	2000-2009
Información y conocimiento sobre pesquerías	2	3	2	1
Complejidad, dinámicas e interacciones de los ecosistemas	2	4	2	1
Retos de gobernanza	1	1	2	2
Sobreexplotación, conflicto de engranajes, competencia entre recursos y disponibilidad	3	3	2	3
Desarrollo de las pesquerías, sustento y bienestar	1	2	3	3
Acceso, derechos y responsabilidad	3	4	4	4
Pobreza, marginación y vulnerabilidad	4	3	4	4
Pos proceso de cosecha y mercados globalizados	4	4	4	4

<sup>a</sup>1= más del 20% de los artículos; 2= entre 16% y 20%; 3= entre 11% y 15%; 4= menor o igual al 10%.

Fuente: traducción propia a partir de Chuenpagdee, 2011.

## Lineamientos generales

### Conocimientos tradicionales marítimos y fluviales

Un paso significativo hacia el reconocimiento de los pueblos marítimos y fluviales consiste en la comprensión de las múltiples maneras como estos pueblos producen, transforman y transmiten conocimientos sobre los ecosistemas acuáticos. Esos conocimientos incluyen, entre otros, ontologías y epistemologías sobre el mar, la historia y ecología de estos ambientes, las tecnologías de uso y manejo, su articulación con otros conocimientos (como el científico), así como las ideas sobre el futuro de estos pueblos y los diferentes desafíos, riesgos y vulnerabilidades que implican habitar y trabajar en esos lugares. Cualquier forma de ordenamiento pesquero o plan de manejo de estas áreas requiere un diálogo con estos conocimientos y las prácticas asociadas. Igualmente, este diálogo debe ser atento a cómo los diferentes conocimientos y prácticas marítimas y fluviales se insertan en relaciones sociales más amplias atravesadas por el género, la etnia y otras formas de identidad cultural y relaciones sociales de poder (Guerra, 2015).

### Territorialidades acuáticas

Una gran parte de los conflictos que enfrentan los pueblos marítimos y fluviales tiene que ver con las tensiones entre diferentes formas de apropiación de los territorios acuáticos. Desde los conflictos por la soberanía en el mar, hasta las disputas por la propiedad en ciénagas y ríos, la definición de fronteras y límites acuáticos cumple una función central en la vida de quienes habitan los diferentes cuerpos de agua. Las territorialidades acuáticas hacen parte de los mecanismos y prácticas de uso y apropiación del espacio y, por lo tanto, deben ser comprendidas también más allá de lo conflictivo (Bassi, 2016). Toda forma de uso y manejo de los ecosistemas acuáticos lleva consigo una manera particular de apropiación del territorio. Estas se caracterizan a su vez por el género, la actividad productiva, la organización social del trabajo y las relaciones de poder dentro de las comunidades.

Los derechos territoriales en comunidades de pescadores (Pollnac, 1984) presentan varias dimensiones cruciales que permiten dar una descripción

completa de cómo operan estos en una situación dada: territorio, unidad poseedora de derechos, fronteras, definición, difusión, restricciones, herencia, divisibilidad y esfera de recursos (Pollnac, 1984).

### Bienestar, seguridad alimentaria, productividad y sostenibilidad de recursos

La vulnerabilidad de los pueblos marítimos y fluviales no tiene que ver solamente con su situación ante la amenaza de fenómenos climáticos y ecológicos extremos sino también con su posición marginal en relación con el resto de la sociedad. En muchas ocasiones el trabajo y la vida en ambientes fluviales y costeros se desarrolla bajo condiciones de riesgo laboral, deficiente acceso a servicios de salud y desventajas competitivas con respecto a economías de gran escala. De esta manera, la vida en ambientes acuáticos no necesariamente implica bienestar ni estabilidad económica. La necesidad de entender la historia de las organizaciones y movimientos de pescadores, mencionada anteriormente, se sustenta también en la importancia de comprender por qué, por ejemplo, las cooperativas pesqueras en muchos casos no han sido exitosas. Asimismo, resulta importante explorar las diferentes posibilidades de productividad económica y mejoramiento de condiciones de vida de pueblos marítimos y fluviales a través de la investigación aplicada y de la mano de quienes toman decisiones políticas y económicas determinantes para estas comunidades.

La presión histórica sobre los ecosistemas acuáticos los ha convertido en territorios estratégicos para la conservación y la implementación de iniciativas de desarrollo sostenible. Si bien una parte considerable de esas iniciativas surge del Estado y de ONG nacionales e internacionales, es necesario tener una visión panorámica sobre las prácticas, discursos y formas organizativas desarrolladas desde los pueblos marítimos y fluviales encaminadas a la protección y sostenibilidad de los ecosistemas acuáticos. Actualmente, la Mesa Nacional de Pescadores Artesanales desarrolla una actividad importante de congregación de organizaciones de pescadores de todo el país. Sin embargo, aún no conocemos la historia de las organizaciones pesqueras en Colombia, ni la función de líderes

comunitarios en la preservación y sostenibilidad de los recursos acuáticos. La historia social, política y ambiental de la pesca en Colombia está en mora de ser investigada.

### Conflictos sobre el agua

Los ríos, ciénagas y otros humedales han sido objeto de diferentes formas de despojo y acaparamiento. Estas formas violentas de exclusión han generado graves problemas sociales y ambientales que aún requieren de un mayor entendimiento. En varios casos, el despojo ha estado asociado a la expansión de economías ganaderas, agrícolas a gran escala o ilegales. En otros casos, el despojo ha sucedido en contextos de expansión urbana. En cualquier caso, el despojo de cuerpos de agua ha estado ligado a problemas de apropiación de la tierra. Aunque existen datos sobre humedales perdidos en diferentes lugares del país, poco sabemos sobre las causas específicas y las consecuencias culturales y sociales de estas formas de apropiación violenta. En espacios marítimos, el problema del despojo ha estado asociado a la privatización de territorios, a la tensión entre pesca industrial y artesanal (King, 2013) y al uso de ciertos territorios para el desarrollo de actividades ilícitas. Este tipo de disputas no ha sido muy visible en los análisis sobre el conflicto en Colombia y, por lo tanto, requiere una mayor comprensión para pensar iniciativas de construcción de paz más integrales e incluyentes.

### Riesgo, vulnerabilidad y adaptación al cambio climático

Colombia es un país vulnerable al cambio climático, donde diversos desastres ambientales han impactado numerosos pueblos y territorios. En este contexto, los pueblos marítimos y fluviales se encuentran en una situación particularmente crítica. Fenómenos como el aumento del nivel del mar, la acidificación del agua, la invasión de especies exóticas y la erosión costera ya son amenazas latentes que vulneran el bienestar de cientos de habitantes costeros. Las inundaciones cada vez más catastróficas en ambientes fluviales han destruido viviendas, cultivos, infraestructuras vitales y han desestructurado lazos sociales. A pesar de la gravedad de esta situación, aún no sabemos muy bien cómo se desarrolla la vida en estos

lugares ni cuál ha sido el lugar de los desastres en la transformación de las relaciones entre la gente y su ambiente.

Este tipo de preguntas requiere un abordaje que vaya más allá del riesgo, pues fenómenos como las inundaciones no son solo factor de riesgo sino también son elementos necesarios para la sostenibilidad de formas de vida que alternan la agricultura y la pesca, por ejemplo. Es decir, si bien el cambio climático y los desastres ambientales son una amenaza creciente, debemos entender esta coyuntura con una mirada social e histórica más amplia que incluya la manera como los habitantes de estos lugares explican, manejan y responden a las diferentes transformaciones hídricas y climáticas.

### Género y ritualidades en el mar

Las mujeres poseen un conocimiento particular sobre el mar y los seres marinos. En la región Pacífica, ellas son las responsables de extraer las pianguas o conchas del manglar (Arocha, 1986). Su actividad, conocida como pianguero, está en proceso de patrimonialización. Así mismo, ellas pueden participar en diversos rituales de aspersion e impregnación de las canoas y las redes, bautismos, prescripciones sobre la pesca y establecimiento de cofradías marítimas. Además, cumplen funciones específicas en la comercialización de la captura realizada por sus familiares dedicados a la pesca.

Los conocimientos que poseen hombres y mujeres no se deben a una propensión natural, sino que se elaboran en el seno de una sociedad, en marcos geográficos e históricos específicos. En la vida cotidiana los conocimientos son difusos, no siempre están bien expresados y, a menudo, su distribución es desigual. Ellos están mediados por relaciones de poder y autoridad. A muchas mujeres del litoral les resulta difícil tomar conciencia de su propio saber y enunciarlo claramente. Según Gurunani (2011), para obrar a favor de la mujer “no basta con reconocer la singularidad del saber femenino: se deben examinar también las dimensiones culturales de la articulación del poder y el saber que marginan a la mujer y sus conocimientos”. Solo así podemos propiciar que el saber de las mujeres se exprese, se difunda y jamás se silencie.

## Historia cultural del mar y las corrientes fluviales

La vida de los pueblos marítimos y fluviales ha sido importante para entender procesos históricos de más larga duración que han configurado lo que hoy conocemos como el territorio colombiano. El estudio de estas sociedades en el pasado ha dado elementos para entender la configuración histórica de la diversidad cultural, la coexistencia de múltiples territorialidades y formas de uso y manejo del agua, así como la función de los pescadores en la construcción de la nación. Sin embargo, estos temas no son exhaustivos ni se han explorado a profundidad, en parte por el énfasis en la presencia e instituciones españolas.

Aunque el agua no es el objeto de estudio principal de las disciplinas que conforman las ciencias sociales, tanto la historia como la antropología han realizado importantes contribuciones al análisis de la función del agua en los patrones de asentamiento de las poblaciones, en el desarrollo de las diferentes culturas, la formación del Estado y el surgimiento de conflictos sociales y políticos vinculados a su aprovechamiento. Aunque el agua es un recurso natural su uso es un asunto social que tiene peculiaridades en cada época histórica.

Hoy en día reconocemos a Colombia como un territorio anfibio gracias a la diversidad y abundancia de cuerpos de agua y a las formas de vida humanas asociadas a esos ecosistemas. Pero no conocemos a cabalidad la historia que subyace a esta configuración territorial y socioambiental. Si bien hay trabajos importantes en ambientes como el río Magdalena, otras regiones como La Guajira y las llanuras del Caribe colombiano<sup>2</sup>, la influencia de otros imperios como el inglés y el holandés en las culturas marítimas aún no ha sido explorado suficientemente. Este esfuerzo ayudaría también a cuestionar los imaginarios sociales predominantes sobre lo salvaje e inculto que permean el acercamiento a las sociedades que se configuraron por fuera de los órdenes políticos y territoriales dominantes. Esta historia tiene el compromiso de posicionar a hombres y mujeres del mar y los ríos como sujetos protagonistas de la Historia y como ciudadanos que hacen parte activa de la construcción de la Nación.

---

2 Sobre el Pacífico colombiano, se recomiendan los trabajos de Friedemann y Arocha (1988), Olarte-Reyes (1995) y Machado-Caicedo (2000).

## Arqueología marítima y paisaje cultural marítimo

Colombia cuenta con más de 900 000 km<sup>2</sup> de territorio marítimo, pero se desconoce que muchos de los procesos humanos que se dieron en los últimos 13 000 años estuvieron relacionados con el mar, ríos, lagos y ciénagas. No obstante, se cuenta con abundante información arqueológica e histórica relacionada con el aprovechamiento de recursos, las diversas respuestas adaptativas, las transformaciones del paisaje y las relaciones que se dieron a través del mar, las ciénagas y los ríos.

Estos procesos históricos dejaron su impronta en el paisaje, que a través de la interacción de elementos materiales e inmateriales da cuenta de los discursos, prácticas, transformaciones y apropiaciones de los contextos acuáticos (marítimo, estuarino, lacustre y ribereño), dinámicas susceptibles de analizar desde diferentes enfoques. En este sentido, desde una perspectiva arqueológica, se hace necesario adelantar, por iniciativa del Estado colombiano, el levantamiento de una carta arqueológica de patrimonio cultural sumergido y, en un sentido más amplio, del paisaje cultural marítimo, que permita proyectar y precisar los eventuales impactos de las futuras obras de infraestructura (dragados, marinas, ampliación y adecuación de muelles, construcción de puertos, tendido de cables submarinos y exploración *offshore*). Paralelamente, se debe revisar y modificar la Ley 1675 de 2013, con el propósito que el patrimonio cultural sumergido de la Nación no tenga posibilidad alguna de ser comercializado, en contravía de la Constitución Política colombiana. Adicionalmente se debe robustecer la investigación científica alrededor de las dinámicas sociales, culturales e históricas de las poblaciones costeras y ribereñas del país, junto con la implementación de un programa de apropiación social de los paisajes acuáticos que promueva la interacción entre la investigación y las comunidades.

## Instituciones marítimas, valores y sistemas normativos sobre el mar

Los llamados pueblos del mar elaboran imágenes acerca de la pesca, valores y metáforas que proveen sentido y atención del pescador hacia el mar y sus recursos. Las iniciativas de gobernanza deben tener en cuenta el contexto local, los retos y las oportunidades inherentes a este tipo de pesquerías.

El paso siguiente estaría dirigido a estudiar las organizaciones de los pescadores y su prácticas regulatorias con miras a proteger sus intereses y a otorgarles un mayor empoderamiento y peso frente a las instancias gubernamentales, organismos de cooperación, organizaciones ambientales, intermediarios y los distintos grupos de interés que giran alrededor de la pesca y los recursos marinos.

### Los derechos humanos en el mar

La vida de los pescadores en todo el mundo está regida por la incertidumbre. Su actividad se da en un ambiente azaroso en el que, desde el punto de vista biológico, el hombre se encuentra débilmente equipado para sobrevivir (Acheson, 1981). La pesca implica la permanencia de largas horas en las embarcaciones en un ambiente predominantemente masculino y lejos de casa, separados de sus familias. Su ausencia frecuente de las actividades diurnas y de muchos espacios de la vida social hace de los pescadores un grupo social carente de una fuerte representación política.

Dado el aumento a nivel internacional de procesos de migración a través de embarcaciones marítimas, así como de las detenciones a causa del narcotráfico como por pesca ilegal en aguas de otros Estados, entre otras actividades, es urgente establecer el estado actual de los derechos de los pesadores en el mar, que deberían incluir el derecho a no ser objeto de detención arbitraria, el derecho de *habeas corpus* para solicitar la liberación de la detención, el derecho a no ser sometido a penas crueles, inhumanas o degradantes, y el derecho a la dignidad de los privados de su libertad de acuerdo con los principios de fuerza mínima y de interferencia mínima aplicables al uso de la fuerza en el mar en la reglamentación y aplicación marítimas (Abrisketa, 2018).

### Repercusiones en el sistema de ciencia, tecnología e innovación en la sociedad colombiana

Los lineamientos expuestos en este documento tienen repercusiones en el sistema de ciencia, tecnología e innovación y en la sociedad colombiana al menos en tres sentidos: en primer lugar, la implementación de un

programa nacional de reconocimiento y apropiación social del territorio marítimo y fluvial tendrá implicaciones en el sistema educativo en los niveles básico, medio y superior. En este campo se busca incluir estos temas en la enseñanza de las ciencias sociales y naturales, lo cual se reforzará con datos generados por los proyectos de investigación interdisciplinarios, a mediano plazo. Igualmente, el trabajo en el campo de la educación facilitará las actividades de protección del patrimonio subacuático y cultural acuático del país y permitirá la formación de personal especializado y la generación, desarrollo y aplicación de nuevas tecnologías investigativas y de desarrollo en territorios marítimos y fluviales.

En segundo lugar, la creación de centros de investigación interdisciplinarios en las regiones Caribe y Pacífica, en áreas continentales e insulares, y de una red de investigadores que tengan como objetivo el estudio de los conocimientos y prácticas de los pueblos del mar permitiría: 1) facilitar oportunidades de trabajo de investigación en red; 2) desarrollar capacidades en investigación transdisciplinaria; 3) conectar ciencia, políticas públicas y sociedad; y 4) generar una dualidad convergente entre conocimiento tradicional y el derivado de las disciplinas de la ciencia occidental.

En tercer lugar, se encuentra la formación de investigadores a nivel de doctorado en las mejores universidades del mundo en los campos de antropología marítima, historia marítima y arqueología subacuática. En el país existe una base incipiente de investigadores, pero aún es insuficiente. El campo de la arqueología subacuática puede considerarse un tema de soberanía nacional.

Asimismo, el reconocimiento de los aportes de los pueblos marítimos y fluviales a la historia nacional, a la conservación de los ecosistemas acuáticos y al conocimiento y comprensión de los cuerpos de agua es también una contribución a la obligación estatal consagrada en la constitución de reconocer y proteger la diversidad cultural de la nación colombiana. La creación de un museo que divulgue, a través de eventos académicos y exposiciones, las diversas conceptualizaciones e interacciones de estas sociedades acerca del mar y los seres marinos sería un paso significativo en la formación de una cultura marítima nacional.

Los lineamientos anteriores buscan a su vez fortalecer la investigación científica nacional en ciencias sociales y su articulación con las ciencias naturales. La historia y la vida social de los pueblos marítimos y fluviales se deben entender de la mano de la comprensión de sus relaciones con diferentes procesos y fenómenos ambientales. Igualmente, el aporte de estos pueblos al conocimiento científico de los ecosistemas acuáticos permitirá un avance de las ciencias oceánicas y del agua en general.

El estudio y reconocimiento de los desafíos y tensiones históricas y contemporáneas que enfrentan los pueblos marítimos y fluviales en los ámbitos político, ecológico y social, tiene implicaciones significativas en el campo de la justicia social y ambiental. Muchos hombres y mujeres que habitan ambientes marinos y ribereños alternan sus vidas entre el agua y la tierra. La ruptura de esa relación territorial desestabiliza las relaciones económicas y sociales que sostienen los modos de vida rurales. Pensar la construcción de paz en estos territorios requiere una mirada integral de la vida entre la tierra y el agua. Finalmente, la valoración de los pueblos del mar y sus territorios acuáticos constituye un tema de soberanía nacional que involucra diversos campos disciplinarios, entre ellos las ciencias naturales, sociales y jurídicas. Dado los diversos litigios internacionales que Colombia tiene en el Caribe, en el archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y en la península de La Guajira, se recomienda la elaboración de un plan de soberanía marítima, entendida esta como la aplicación efectiva de la normatividad del régimen jurídico de los océanos en la que se defienda el criterio del Estado (Rodríguez-Ruiz, 2017). Esta tarea solo es posible con la inclusión de la visión y los conocimientos de las comunidades acerca del aprovechamiento sostenible del mar. Solo así el país podrá consolidar la apropiación de su destino oceánico.

## Referencias

Abrisketa, J. (2018). El derecho del mar y los derechos humanos. En Oanta, G. (Coord.), *El derecho del mar y las personas y grupos vulnerables* (pp. 29-65). Madrid: Bosch.

- Acheson, J. (1981). Anthropology of fishing. *Annual Review of Anthropology*, 10, 275-316.
- Arocha, J. (1986). *Concheras, manglares y organización familiar en Tumaco*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.
- Bassi, E. (2016). *An aqueous territory: Sailor geographies and New Granada's transimperial greater Caribbean world*. Durham, NC: Duke University Press.
- Chuenpagdee, R. (Ed.). (2011). *World small-scale fisheries: Contemporary visions*. Holanda: Eburon Delft.
- FAO. (2018). *El estado mundial de la pesca y la acuicultura*. Roma.
- Friedemann, N. S. y Arocha, J. (1988). *De sol a sol: génesis, transformación y presencia de los negros en Colombia*. Bogotá: Planeta.
- Olarte-Reyes, Ó. (1995). *Sociedad y ecosistemas en la llanura del Pacífico: el oro es frío, congela el agua, paraliza la lengua, quema los ojos y muerde los metales*. Bogotá: Corpes de Occidente.
- Machado-Caicedo, M. L. (2000). Las flores de los manglares; trochas de vida, trochas de libertad. *Ecología Política*, 20, 25-34.
- Guerra, W. (2015). *El mar cimarrón: conocimientos sobre el mar, la navegación y la pesca entre los wayuu*. Oranjestad: Museo Arqueológico Nacional Aruba.
- Gururani, S. (2011). El saber de las mujeres del tercer mundo en el discurso sobre el desarrollo. *Revista de Ciencias Sociales de la Unesco*, 173. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/>
- OCDE. (2016). *Pesca y acuicultura en Colombia*. Bogotá.
- King, S. (2013). *Fishing in contested waters: Place and community in Burnt Church/Esgenoopetitj*. Canadá: University of Toronto Press.
- Ome-Baron, A. T. (2008). *Constructing the notion of the maritime cultural heritage in the Colombian territory: Tools for the protection and conservation of fresh and salt aquatic surroundings*. New York: United Nations y Nippon Foundation Fellowship Programme.
- Pollnac, R. (1984). Investigating territorial use rights among fishermen. *Senri Ethnological Studies*, 17, 285-289.
- Rodríguez-Ruiz, H. (2017). La soberanía marítima en el Estado y el mar. En Uribe Cáceres, S. (Ed.), *Relaciones con el poder marítimo, el poder naval y el desarrollo nacional* (pp. 229-252). Bogotá: Escuela Superior de Guerra.

*cin*

**Cambios  
necesarios en  
la formulación  
y ejecución  
de políticas  
estatales**



*Francisco de Paula Gutiérrez Bonilla  
Andrés Franco Herrera  
Carmenza Duque Beltrán*

## La concepción de las políticas públicas

En la década de 1950, los teóricos de las ciencias políticas comenzaron a considerar las políticas públicas (en adelante PP) como una disciplina cuyo objetivo sería la racionalización de la acción estatal. Según Parsons (2007), los primeros pasos hacia esta racionalización y entendimiento se dieron en Estados Unidos, en el campo de la defensa nacional en la Segunda Guerra Mundial, con el desarrollo de la investigación de operaciones y las técnicas de análisis económico, que se extendieron rápidamente a otros sectores después de la década de 1960, como fue el caso de la educación, el transporte, la planeación urbana y la salud (Muñoz-Gaviria, 2011). Muller (2006, p. 32), así como otros autores, establece que: “se puede decir que esta noción es esencialmente de origen anglosajón, ya que es en Estados Unidos y en Inglaterra, en donde se ha conocido un desarrollo fulgurante desde los años cincuenta”.

Entiéndase la política como ciencia y arte de gobernar que trata de la organización y administración de un Estado en sus asuntos e intereses. Al ser un comportamiento propositivo, intencional, planeado, no simplemente reactivo, casual, se pone en movimiento con la decisión de alcanzar ciertos objetivos a través de ciertos medios: es una acción con sentido. Es un proceso, un curso de acción que involucra todo un conjunto complejo de decisiones y operadores. La política también es una actividad

de comunicación pública, en cuanto lucha por el poder en función de intereses y ventajas, se expresa y efectúa en el proceso de elaboración de estos.

Las PP deben entenderse como las acciones de gobierno que buscan responder a las diversas demandas de la sociedad, así como un uso estratégico de recursos para aliviar los problemas en todos los campos de la sociedad.

Los teóricos y analistas de las PP han concluido que estas deben realizarse bajo tres preguntas: qué política desarrolla el Estado en los diversos ámbitos de su actividad; y cómo se elaboran, desarrollan, evalúan y cambian estas políticas. En consecuencia, qué hacen los Gobiernos, cómo y por qué lo hacen y, por último, qué efectos producen, a pesar de ser preguntas sencillas, resultan una guía fundamental para analizar el conjunto de las PP.

Son múltiples las definiciones sobre lo que es y debe ser una PP, en la bibliografía especializada se registran más de 29, lo que dificulta cualquier análisis al respecto (Gavilanes, 2009) y conlleva a propuestas nuevas de definición que pretenden superar fallas por exceso de generalidad, especificidad o por ser incompletas. Según Muñoz-Gaviria (2011), la definición de Roth (2007) supera esas deficiencias al incluir elementos como la búsqueda de solución a problemas, la presencia estatal, la participación, las instituciones y las visiones del mundo, que tienen los actores de lo que es o no problemático. Según Roth (2007), las PP se entienden como:

Un conjunto conformado por uno o varios objetivos colectivos considerados necesarios o deseables y por medios y acciones que son tratados, por lo menos parcialmente, por una institución u organización gubernamental con la finalidad de orientar el comportamiento de actores individuales o colectivos para modificar una situación percibida como insatisfactoria o problemática. (2007, p. 27)

Lo anterior involucra dos elementos clave. El primero es la identificación de necesidades u objetivos colectivos, lo cual implicaría un consenso de los actores en el reconocimiento de esos objetivos y para lo cual deberían generarse espacios democráticos. El segundo es la participación del Estado como orientador del comportamiento de los actores. De estos elementos

se desprende que el Gobierno debe estar en condición de llevar a la agenda política las necesidades identificadas como prioritarias por la sociedad o proponer otras que él considere como tales, pero siempre en el marco de la participación y el consenso, para que la política pública resultante goce de legitimidad (Muñoz-Gaviria, 2011).

Las PP deberán ser entendidas como la realización de un *pacto* entre el Estado y la sociedad, que se espera resuelva sus problemas o sus aspiraciones, al intentar hacer al Estado más ágil y organizador. Pero no siempre los dos actores —Estado y sociedad— trabajan juntos en sus propósitos, de hecho, el primero desconoce al segundo, lo que produce en la mayoría de los casos el fracaso o incumplimiento de las PP. Pero hay que entender que no todo asunto es público y de lo público no todo se convierte en política.

En su más amplio sentido, las PP son el conjunto de actividades de las instituciones de Gobierno, que actúan directamente o a través de agentes, y que se proponen influir en la vida y aspiraciones de los ciudadanos en cualquier ámbito de su potencial desarrollo. Al ser un proceso *decisional*, un conjunto de planteamientos y decisiones que se llevan a cabo a lo largo de un plazo de tiempo, es oportuno mencionar que las PP de gobierno cuentan con un lapso muy corto (cuatro años) en términos de solución de problemas, lo que resulta notorio en el caso colombiano, pues los gobernantes de turno y sus agentes se vuelven cortoplacistas o generan soluciones apropiadas a intereses en la mayoría de los casos coyunturales y políticos —politiqueros—, lo que origina cada cuatro años cambios atados a los intereses particulares del gobernante de turno, o al supuesto cumplimiento de su plan de gobierno.

Según Oszlak y O'Donnell (2007), las PP son un conjunto de acciones, decisiones y sus consecuencias, a través de las cuales el poder del Estado se manifiesta frente a un área o problema específico. Como definición básica se entiende por PP un instrumento de trabajo mediante el cual se pretende alcanzar desde el Estado, en forma sistemática y coherente, ciertos objetivos de interés para el bienestar de toda la sociedad civil.

Una PP debe estar sustentada en un *corpus teórico* (filosofía) que oriente los cursos de acción, así como la toma de decisiones, el establecimiento de prioridades y la asignación de recursos financieros en el

ámbito público; de la misma manera, la política debe crear los canales para transmitir flujos de información entre el Estado y la sociedad civil; finalmente, este instrumento de trabajo debe señalar los objetivos, recursos, señales, límites y plazos para el cumplimiento de las alianzas o acuerdos y llevar a la práctica la propuesta de trabajo. Conceptualmente, se debe agregar que las PP están al servicio de los asuntos públicos y/o nacionales, sustentadas en la administración pública y, por lo general, operan con finanzas públicas (Luque, 2011). Todas sus fases, desde la idea hasta la ejecución, responden a un proceso integral, donde cada una tiene sus propios objetivos, significados y metas, pero el conjunto de las fases debe constituir un proceso total. Por otra parte, el objetivo central es alcanzar objetivos de bien común, y los objetivos específicos de una política tendrán que ver con cuatro alternativas que no son excluyentes: transformaciones estructurales, resolución de problemas sectoriales o temáticos, asignación de recursos y optimización de situaciones.

Según la Secretaría Distrital de Planeación de Bogotá (2017, p. 4):

La política pública se inscribe como un proceso de planeación que define una visión de largo plazo que sobrepasa los períodos de administración de los gobiernos y orienta el proceso de cambio frente a realidades sociales relevantes. Es un instrumento de planeación orientado a la acción para lograr objetivos prioritarios, fruto de un proceso de concertación intersectorial y co-creación, en el que participan la administración distrital, la ciudadanía, la sociedad civil, los gremios, la academia, etc.<sup>1</sup>

Vale decir que esta visión da cuenta de una buena intención, pero en la práctica es una acción inexistente en el Estado colombiano.

El diseño de las estrategias para el desarrollo de las PP no debe ser tarea de una sola persona u organización. Tampoco se trata de que estas puedan

---

1 Suele utilizarse el término de políticas públicas para referirse a instrumentos que pueden tener un alcance diferente, como un plan o un programa, a cualquier acción de gobierno o incluso emplearse para mencionar elementos dentro del campo de la política o de lo político, o asociarse a normas o a gestión institucional.

promoverse en forma tecnocrática, por un grupo de expertos o instituciones especializadas, es decir, tienen que ser un conjunto de actores que interactúen y negocien, para llegar a una PP que logre beneficios convergentes para todos los involucrados —lo que normalmente no ocurre en el caso colombiano—.

### Lo que involucra una política

Una analogía musical tomada de Milic (1961, citado en Hugh Hecló, 1972) puede servir como punto de partida para transmitir la naturaleza de un adecuado enfoque, y, sobre todo, el lugar que se le debe asignar a las políticas estatales dentro del tema más general de las vinculaciones Estado-sociedad. La frase musical es un todo sucesivo y diferenciado, aunque no aditivo; la calidad de cada nuevo acorde se ve teñida por el contexto musical precedente, el cual adquiere a su vez significados retroactivos a medida que se incorporan nuevos acordes. Podríamos agregar, por otra parte, que cada uno de ellos condiciona el futuro desarrollo de la frase musical y, en última instancia, de la obra que esta integra.

Analógicamente, las políticas estatales serían algunos “acordes” de un proceso social tejido alrededor de un tema o cuestión. En tal sentido, adquirirían significación solo y en la medida en que fueran sistemáticamente vinculadas al tema o cuestión que las origina, al ámbito de acción social en que se insertan, a los actores que intervienen en el proceso de “resolución” de la cuestión y a sus respectivas —y sucesivas— políticas. Forzando la analogía, nuestra “obra” es un proceso social relevante definido por un tema o cuestión. Nuestros “ejecutantes” son actores sociales —estatales y “civiles”— cuyas políticas van delineando el ritmo y las alternativas de ese proceso social. Creemos posible entonces localizar el estudio de la dinámica de las transformaciones sociales siguiendo la trayectoria de una cuestión a partir de su surgimiento, desarrollo y eventual resolución. Las sucesivas políticas o tomas de posición de diferentes actores frente a la cuestión y la trama de interacciones que se va produciendo alrededor de esta, definen y encuadran un proceso social que puede constituirse en un objeto de análisis privilegiado para acceder a un conocimiento más informado sobre el Estado y la sociedad latinoamericanas y sus mutuas interrelaciones.

Dado que las PP pretenden generar un resultado que impacte las diferentes realidades sociales, es necesario dotar de sostenibilidad en el tiempo a los acuerdos logrados entre quienes participan; innovar en cuanto a las acciones propuestas para lograr el cambio y las fuentes para financiarlo; y, al mismo tiempo, debe ser flexible para incorporar los cambios siempre presentes en esa realidad que se interviene. En consecuencia, el proceso de formulación debe ser exigente desde lo técnico y no solo centrarse en acuerdos “políticos” que surjan entre diferentes actores. En su construcción es vital utilizar herramientas de planificación estratégica, de gestión y procesos que permitan llevar a cabo las acciones en forma coordinada y realizar un seguimiento integral que dé cuenta de los avances logrados y así poder medir el efecto de la intervención, y no tan solo aquellos que le interese mostrar al Estado, lo que normalmente termina siendo un proceso de “autoevaluación”.

Los temas sobre los cuales recaen las PP se relacionan entre ellos, por lo cual, la coherencia que guarde el instrumento con otras PP, con planes de desarrollo del nivel nacional y regional y con otros instrumentos de planeación, permitirán no solo su efectiva implementación sino la generación de los resultados deseados. Las PP a su vez se apoyan y son integradas por otros instrumentos institucionales, organizacionales, regulatorios, económicos y financieros, informáticos, educativos y de participación, entre otros. De aquí la integralidad de intervención de las PP y la importancia de la articulación entre los diversos sectores identificados para su implementación (Secretaría Distrital de Planeación, 2017, pp. 4-5).

## Mecanismos para la expedición de políticas

En Colombia existen varios mecanismos para la formulación de PP, entre los que se encuentran: 1) el Gobierno, a través del Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes), expide documentos Conpes, casi siempre vinculados a las metas del Plan Nacional de Desarrollo (PND) mediante el Departamento Nacional de Planeación (DNP); 2) en el caso del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la investigación, hay que tener en cuenta que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo

Sostenible (MADS), según la Ley 99 de 1993 Sistema Nacional Ambiental, tiene dos funciones principales:

Título II. Artículo 2o. Creación y objetivos del Ministerio del Medio Ambiente. Créase el Ministerio del Medio Ambiente como organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, encargado de impulsar una relación de respeto y armonía del hombre con la naturaleza y de definir, en los términos de la presente ley, las políticas y regulaciones a las que se sujetarán la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, a fin de asegurar el desarrollo sostenible.

Respecto a los documentos Conpes, el DNP (2018a, pp. 8-13), según el artículo 2.2.12.1.3 del Decreto 1869 de 2017 y de conformidad con la Ley 1753 de 2015, las funciones del Conpes son, entre otras relevantes para el estudio de este documento:

- Servir de organismo coordinador y señalar las orientaciones generales que deben seguir los distintos organismos especializados de la dirección económica y social del Gobierno nacional.
- Aprobar los documentos de política económica y social, y aquellos que sirvan de base para la elaboración de planes y programas nacionales de desarrollo.
- Aprobar el proyecto del Plan Nacional de Desarrollo conforme a la Constitución y a la Ley 152 de 1994.
- Estudiar y aprobar los informes periódicos u ocasionales que se le presente a través de su Secretaría Técnica, sobre el desarrollo de los planes, programas y políticas generales, sectoriales y regionales, y recomendar las medidas que deban adoptarse para el cumplimiento de tales planes y programas.
- Hacer seguimiento a los compromisos realizados por los ministerios y demás entidades a la luz de las políticas públicas, planes, programas y proyectos aprobados por el Conpes.
- Las políticas desarrolladas por los contratos del plan, para las cuales el Conpes es la máxima instancia de orientación, aprobación y decisión.

En esencia, los documentos Conpes, según el DNP, plasman las decisiones de PP aprobadas por el Conpes y, en este sentido, constituyen una de las principales herramientas para su formulación e implementación. Estos documentos son el resultado de un trabajo coordinado y concertado entre diferentes entidades e instituciones del Gobierno nacional, donde se establecen acciones específicas para alcanzar los objetivos propuestos, más allá de las acciones misionales. El DNP, en su rol de Secretaría Técnica del Conpes y como máximo órgano encargado de la planeación nacional, debe liderar la elaboración y el seguimiento de los documentos Conpes, y presentarlos al Consejo para su aprobación.

Los documentos Conpes carecen de efecto vinculante dado que el Conpes es un organismo colegiado, de carácter supraministerial, y sin personería jurídica, por lo que sus actuaciones no tienen capacidad jurídica para crear o para ser sujeto de obligaciones. En consecuencia, los documentos Conpes no pueden clasificarse como actos administrativos puesto que no modifican el ordenamiento jurídico. Para hacerlo, el documento o sus recomendaciones deben adoptarse como decreto.

Por otro lado, según conceptos de la Oficina Asesora Jurídica (OAJ) del DNP, la caducidad no es un fenómeno de aplicación para esta clase de documentos y su vigencia está sometida a la naturaleza de sus recomendaciones.

Dentro de las funciones, el DNP es el encargado de hacer seguimiento al cumplimiento de lo establecido en los documentos Conpes. Específicamente, el artículo 2.2.12.4.1 del Decreto 1869 de 2017 establece que el seguimiento se realiza a través del Sistema de Gestión de Documentos Conpes, SisConpes 2.0. Mediante este seguimiento se establece el avance en el cumplimiento por parte de las entidades participantes de las acciones, objetivos y recomendaciones de las decisiones tomadas por el Conpes.

Los documentos Conpes pueden estar relacionados entre sí, bien sea porque: 1) actualizan una política planteada anteriormente; 2) modifican los lineamientos una política previamente aprobada o 3) abordan una rama distinta del problema tratado en un documento anterior y, por tanto, se complementan. Los documentos Conpes se pueden clasificar en 1) de política y 2) establecidos por la norma.

Los documentos Conpes de política establecen lineamientos de PP y formulan acciones que responden a problemáticas identificadas por uno o varios sectores en el ámbito nacional o regional. Parte de la idea de que la solución a los problemas identificados requiere del esfuerzo articulado de las entidades de los distintos sectores del orden nacional y, por tanto, proponen distintos instrumentos de PP que deben ser implementados por las entidades responsables. En este sentido, dichos documentos articulan diferentes tipos de herramientas o instrumentos de política para el desarrollo de soluciones ante los problemas priorizados por el Gobierno nacional.

De acuerdo con lo anterior, la elección de los documentos Conpes como instrumento de PP, en principio, debe hacerse cuando se requiera de la articulación de varios instrumentos de PP y cuando la implementación de estos instrumentos requiera participación de varias entidades de distintos sectores.

Es importante aclarar que este tipo de documentos debe enmarcarse en los lineamientos de política del PND vigente.

El otro tipo de documentos Conpes incluye aquellos cuyo propósito se define en los términos señalados por una ley vigente sobre la materia de la cual se ocupan, por ejemplo, los de política macroeconómica, fiscal, financiera, que dan lineamientos en estas temáticas al Gobierno nacional, previo concepto del Consejo Superior de Política Fiscal (Confis).

A manera de ejemplo, entre 1967 y junio del 2019 se han expedido 4144 documentos Conpes (figuras 23 y 24; DNP, 2018a). Entre el 2016 y el 2019 se han expedido 194 documentos Conpes de carácter económico y entre el 2011 y el 2015, han sido 90 documentos Conpes relacionados con temas sociales (DNP, 2018a). En su página web, el MADS registra que entre el 2006 y el 2018 se expidieron 19 documentos Conpes sobre temas medioambientales y recursos naturales renovables. De manera que, si en el 2004 se expidieron 85 Conpes, teniendo en cuenta el número de días hábiles/año, significa que en cada uno de ellos se invirtieron 2,9 días, en el 2018 se dedicaron 6 días para los 42 Conpes y 24,8 días en el 2019, para los 42 Conpes (expedidos hasta junio de este año).

Respecto a lo medioambiental, los recursos naturales renovables y la investigación sobre la biodiversidad, para el ejercicio de formulación de las PP, se estableció el Consejo Nacional Ambiental (Ley 99 de 1993. Título IV. Artículo 13), que textualmente expresa:

Para asegurar la coordinación intersectorial a nivel público de las políticas, planes y programas en materia ambiental y de recursos naturales renovables, créase el Consejo Nacional Ambiental, el cual estará integrado por los siguientes miembros: el Ministro del Medio Ambiente, quien lo presidirá, el Ministro de Agricultura, el Ministro de Salud, el Ministro de Desarrollo Económico, el Ministro de Minas y Energía, el Ministro de Educación Nacional, el Ministro de Obras Públicas y

## Se han aprobado 4154 documentos CONPES



Fuente: Grupo CONPES - DNP. Corte 15 de octubre de 2019

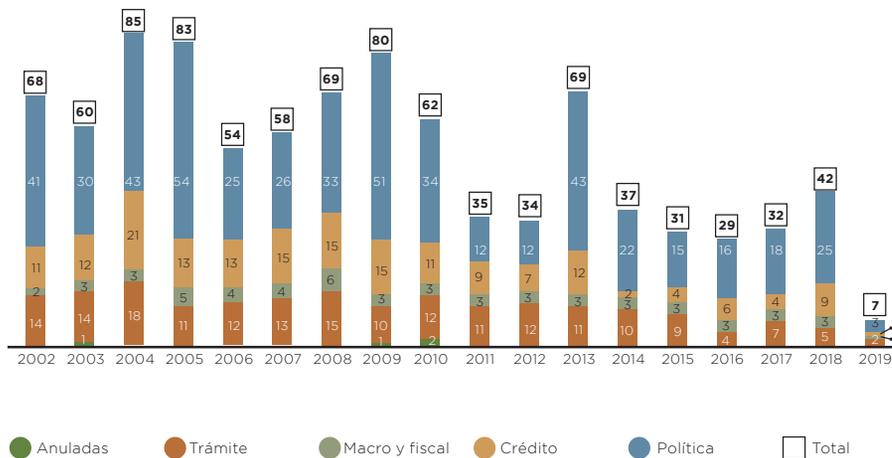
**Figura 23.** Documentos Conpes aprobados entre 1967 y 2019  
Fuente: DNP, 2018b.

Transporte, el Ministro de Defensa Nacional, el Ministro de Comercio Exterior, el Director del Departamento Administrativo de Planeación Nacional, el Defensor del Pueblo, el Contralor General de la República, un representante de los gobernadores, un alcalde representante de la Federación Colombiana de Municipios, el Presidente del Consejo Nacional de Oceanografía, un representante de las comunidades indígenas, un representante de las comunidades negras, un representante de los gremios de la producción agrícola, un representante de los gremios de la producción industrial, el Presidente de Ecopetrol o su delegado, un representante de los gremios de la producción minera, un representante de los gremios de exportadores, un representante de las organizaciones ambientales no gubernamentales, un representante de la universidad elegido por el Consejo Nacional de Educación Superior (CESU), un representante de los gremios de la actividad forestal.

Lo anterior permite que el MADS formule las políticas del sector medioambiental, del manejo, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, del desarrollo sostenible e investigación de acuerdo con las prioridades del país, la Constitución Política, la normativa vigente y los compromisos internacionales suscritos y signados por el país.

Esto significa en términos prácticos que el MADS formula junto con el Presidente de la República y garantizando la participación de la comunidad, la política nacional ambiental y de recursos naturales renovables, de manera que se garantice el derecho de todas las personas a gozar de un medio ambiente sano y se protejan el patrimonio natural y la soberanía de la Nación. Esto se reafirma en la misma Ley, cuando establece 45 funciones al MADS, entre las que se destacan, en relación el tema que nos ocupa:

Artículo 5°. Funciones del Ministerio: 1) formular la política nacional en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables, y establecer las reglas y criterios de ordenamiento ambiental de uso del territorio y de los mares adyacentes, para asegurar el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. 2) Regular las condiciones generales para el saneamiento del medio ambiente, y el uso, manejo, aprovechamiento, conservación, restauración y recuperación de los recursos naturales, a fin de impedir, reprimir, eliminar o mitigar



**Figura 24.** Documentos Conpes aprobados entre 1967 y 2019  
Fuente: DNP, 2018b.

el impacto de actividades contaminantes, deteriorantes o destructivas del entorno o del patrimonio natural. 3) Preparar, con la asesoría del Departamento Nacional de Planeación, los planes, programas y proyectos que en materia ambiental, o en relación con los recursos naturales renovables y el ordenamiento ambiental del territorio, deban incorporarse a los proyectos del Plan Nacional de Desarrollo y del Plan Nacional de Investigaciones que el Gobierno somete a consideración del Congreso. 4) Dirigir y coordinar el proceso de planificación y la ejecución armónica de las actividades en materia ambiental, de las entidades integrantes del Sistema Nacional Ambiental (SINA). 5) Establecer los criterios ambientales que deben ser incorporados en la formulación de las políticas sectoriales y en los procesos de planificación de los demás ministerios y entidades, previa su consulta con esos organismos. 6) Adoptar, conjuntamente con el Ministerio de Educación Nacional, a partir de enero de 1995, los planes y programas docentes y el pécsum que en los distintos niveles de la educación nacional se adelantarán en relación con el medio ambiente y los recursos naturales renovables, promover con dicho Ministerio programas de divulgación y educación no formal y reglamentar la prestación del servicio ambiental. 7) Determinar las normas ambientales mínimas y las regulaciones de carácter general sobre medio ambiente a las que deberán sujetarse los centros urbanos y asentamientos humanos y las actividades mineras, industriales, de transporte y en general todo

servicio o actividad que pueda generar directa o indirectamente daños ambientales.

10) Dictar regulaciones de carácter general tendientes a controlar y reducir las contaminaciones geosféricas, hídricas, del paisaje, sonoras y atmosféricas, en todo el territorio nacional.

11) Regular, conforme a la ley, la obtención, uso, manejo, investigación, importación, exportación, así como la distribución y el comercio de especies y estirpes genéticas de fauna y flora silvestres; regular la importación, exportación y comercio de dicho material genético, establecer los mecanismos y procedimientos de control y vigilancia, disponer lo necesario para reclamar el pago o reconocimiento de los derechos o regalías que se causen a favor de la Nación por el uso de material genético.

12) Regular la conservación, preservación, uso y manejo del medio ambiente y de los recursos naturales renovables, en las zonas marinas y costeras y coordinar las actividades de las entidades encargadas de la investigación, protección y manejo del medio marino, de sus recursos vivos, y de las costas y playas; así mismo, le corresponde regular las condiciones de conservación y manejo de ciénagas, pantanos, lagos, lagunas, y demás ecosistemas hídricos continentales.

13) Establecer los límites máximos permisibles de emisión, descarga, transporte o depósito de sustancias, productos, compuestos o cualquier otra materia que pueda afectar el medio ambiente o los recursos naturales renovables; del mismo modo, prohibir, restringir o regular la fabricación, distribución, uso, disposición o vertimiento de sustancias causantes de degradación ambiental. Los límites máximos se establecerán con base en estudios técnicos, sin perjuicio del principio de precaución.

14) Promover, en coordinación con las entidades competentes y afines, la realización de programas de sustitución de los recursos naturales no renovables, para el desarrollo de tecnologías de generación de energía no contaminantes ni degradantes.

15) Fijar los cupos globales y determinar las especies para el aprovechamiento de bosques naturales y la obtención de especímenes de flora y fauna silvestres, teniendo en cuenta la oferta y la capacidad de renovación de dichos recursos, con base en los cuales las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) otorgarán los correspondientes permisos, concesiones y autorizaciones de aprovechamiento. Y 16) fijar, de común acuerdo con el Ministerio de Agricultura y con base en la mejor evidencia científica e información estadística disponibles, las especies y los volúmenes de pesca susceptibles de ser aprovechados en las aguas continentales y en los mares adyacentes, con base en los cuales el [Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura] INPA (AUNAP) expedirá los correspondientes permisos de aprovechamiento.

A su vez, el MADs tiene dentro de su estructura organizacional el Consejo Técnico Asesor de Política Ambiental (Artículo 11 de la Ley 99 de 1993), que tiene la siguiente estructura y función:

Parágrafo 1. Del Consejo Técnico Asesor de Política Ambiental. Créase el Consejo Técnico Asesor de Política y Normatividad Ambientales, adscrito al Despacho del Ministro del Medio Ambiente. El Consejo estará presidido por el Viceministro, integrado por dos representantes de las universidades, expertos en asuntos científicos y tecnológicos y sendos representantes de los gremios de la producción industrial, agraria, y de minas e hidrocarburos, a razón de uno por cada sector, escogidos conforme al reglamento que expida el Gobierno Nacional. Este Consejo contará con una secretaría técnica integrada por dos profesionales de alto nivel técnico y amplia experiencia, los cuales serán nombrados por el Ministro del Medio Ambiente. El Consejo Asesor tendrá como función principal asesorar al Ministro sobre la viabilidad ambiental de proyectos de interés nacional, de los sectores público y privado, y sobre la formulación de políticas y la expedición de normas ambientales.

Según el Artículo 14 entre otras funciones del Consejo Técnico Asesor están:

- Recomendar la adopción de medidas que permitan armonizar las regulaciones y decisiones ambientales con la ejecución de proyectos de desarrollo económico y social por los distintos sectores productivos, a fin de asegurar su sostenibilidad y minimizar su impacto sobre el medio.
- Recomendar al Gobierno Nacional la política y los mecanismos de coordinación de las actividades de todas las entidades y organismos públicos y privados cuyas funciones afecten o puedan afectar el medio ambiente y los recursos naturales renovables.
- Formular las recomendaciones que considere del caso para adecuar el uso del territorio y los planes, programas y proyectos de construcción o ensanche de infraestructura pública a un apropiado y sostenible aprovechamiento del medio ambiente y del patrimonio natural de la nación.

- Designar comités técnicos intersectoriales en los que participen funcionarios de nivel técnico de las entidades que correspondan, para adelantar tareas de coordinación y seguimiento.

Actualmente, en pleno auge de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODS), Colombia casi responde con afán normativo y legalista, a pesar de todas las PP existentes en todos los campos del medioambiente, el aprovechamiento de los recursos naturales, el saneamiento ambiental, el ordenamiento ambiental del territorio y muchos otros ítems, con la aprobación del Conpes-ODS, donde se priorizan las metas relacionadas con los ODS en el país al 2030, que van más allá del presente Gobierno y deberán articularse con los tres próximos PND. El Conpes-ODS se consolida en un modelo de gestión ambiental que articula la responsabilidad no solo desde la perspectiva del sector público sino también desde el sector privado y la sociedad civil, si queremos alcanzar los ODS del país.

De hecho, los ODS plantean, así como compromisos anteriores suscritos de tiempo atrás y que en esencia son la reivindicación de lo incumplido a escala global, enormes retos desde la vinculación de las políticas ambientales y sectoriales, con objetivos comunes de desarrollo sostenible en la perspectiva de los próximos doce años. De igual forma, nos enfrentan al reto de regionalizar los ODS para tener en cuenta las necesidades de desarrollo sostenible particulares de cada región, pues de otra forma seguiremos en la consuetudinaria generalización.

Es de resaltar que el documento Conpes-ODS prioriza 156 indicadores ODS y 147 metas, de las cuales el MADS participa en 49, liderando el cumplimiento de 28 de estas, relacionadas con agua limpia, ciudades sostenibles, producción y consumo sostenible, acción por el clima, vida marina y protección de los ecosistemas; además, actúa como entidad acompañante en otras 21 metas. Tal como se ha expresado, el compromiso con los ODS es más ético que cualquier otra cosa, pues ya hemos pasado por encima y sin asombro por muchas promesas ambientales concertadas y aprobadas pero incumplidas, lo cual queda demostrado por las tendencias presentadas en los diversos diagnósticos nacionales y regionales.

## Las políticas públicas y la normatividad

En Colombia no parece haber déficit normativo. No obstante, la constante afirmación de que existen muchas leyes responde, además de a un asunto metodológico, a dos razones. La primera es la reacción de quienes ven en la mejora de la regulación una afectación en el corto plazo de intereses particulares y la segunda es la frustración de otros actores frente a los problemas que persisten en la regulación ambiental. Desde luego, centrar el objetivo del fortalecimiento institucional solo en el tema legal es un error. La existencia de capacidades y herramientas de aplicación es fundamental, así como contar con los recursos financieros que permitan ejecutar una política sensata de aplicación y cumplimiento de las normas ambientales. Dictar dispositivos legales sin considerar estas restricciones constituye un problema, lamentablemente compartido por otras áreas de la regulación legal. Pero también es necesario recordar que las leyes expresan prioridades de la sociedad y, por lo tanto, constituyen una fuerza que puede impulsar cambios importantes al interior de la gestión pública.

Hay dos distinciones necesarias de consignar, la primera es la diferencia entre las normas propiamente ambientales, conformadas por las “leyes generales del ambiente” y las disposiciones derivadas de ellas, como las normas sectoriales de relevancia ambiental —que regulan los componentes ambientales de bienes de regulación sectorial, como el agua o los bosques—, y las normas de relevancia ambiental casual, que a pesar de tener un ambiental no consideran este último punto su principal materia de preocupación. Otro criterio de clasificación distingue entre lo que denominaremos *normas de resultado* y *normas de aplicación*. Las primeras son las que consagran el derecho a un ambiente adecuado y su contenido. Por ejemplo, el artículo que consagra el derecho a un ambiente adecuado establecido en la Constitución Política, las normas que definen la calidad del aire adecuado para vivir, o del agua, o del suelo, o los niveles de ruido que son tolerables por las personas como es el caso de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental, consignados en las normas.

Según Guhl y Leyva (2014, pp. 56-57), el análisis muestra que en estos veinte años ha habido una mayor actividad en el campo de normas

ambientales que en la expedición de políticas ambientales. Como han afirmado algunos expertos en sus análisis, entre normas directas e indirectas se han expedido cerca de dos mil. Esta actividad se debe a la necesidad de legitimar la gestión de los gobiernos mediante el activismo normativo, es decir, mediante la expedición de nuevas normas, la derogación total o parcial de otras, como también a la incidencia de la agenda internacional ambiental en el país, pues luego de firmarse los convenios multilaterales y bilaterales se deben ratificar y se convierten en leyes que se desarrollan mediante normas de jerarquía inferior, lo que puede crear dificultades de coherencia entre ellas.

Así mismo, los autores anteriormente citados para el período 1994-2014, establecen que se expedieron catorce leyes relacionadas con la diversidad biológica, seis con sustancias nocivas y peligrosas y atmósfera, cinco para sanidad, cuatro para agua, tres para clima, dos relacionadas con el mar y los recursos marinos y una sobre áreas protegidas y contaminación visual.

De otro lado, las normas de aplicación son bloques normativos —conjunto de normas— que regulan instrumentos de gestión ambiental —con el propósito de alcanzar las normas de resultado—. Aquí se pueden distinguir dos tipos de mandatos: por un lado, aquellos orientados a la administración, es decir, normas que determinan qué actividades o acciones debe realizar la administración y, por otro lado, aquellos mandatos dirigidos al administrado y que se deben cumplir para la adecuada aplicación de los instrumentos de gestión ambiental. Ejemplo de este último caso lo constituyen los Límites Máximos Permisibles de emisiones. Pero necesario es reconocer que a pesar de que los logros mencionados en los campos de la sostenibilidad, gestión ambiental y manejo de los recursos naturales renovables, no son suficientemente completos y ambiciosos para orientar al país hacia la sostenibilidad, son positivos e importantes y permiten afirmar que sin ellos la situación ambiental del país sería mucho menos favorable.

En este punto es válido consignar que sin importar los sectores económicos y dado que las obras, proyectos o actividades que tengan impactos negativos comprobados sobre los ecosistemas y su biodiversidad en general, según el Decreto 1076 del 26 de mayo de 2015, deben:

Artículo 2.2.2.3.1.1. Definiciones. Para la correcta interpretación de las normas contenidas en el presente Decreto, se adoptan las siguientes definiciones. Impacto ambiental: cualquier alteración en el medio ambiental biótico, abiótico y socioeconómico, que sea adverso o beneficioso, total o parcial, que pueda ser atribuido al desarrollo de un proyecto, obra o actividad.

En este mismo sentido, los proyectos con estos impactos están obligados a cumplir lo establecido en las *Guías ambientales* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018), respecto a esto, el citado Decreto establece:

Artículo 2.2.2.5.4.3. Programa de Adaptación de la Guía Ambiental (PAGA). El interesado en la ejecución de las actividades de mejoramiento listadas en el presente decreto deberá dar aplicación de las guías ambientales para cada subsector y elaborar un Programa de Adaptación de la Guía Ambiental (PAGA).

A su vez, las obras, proyectos o actividades que no causen alteraciones, como las establecidas en el Artículo 2.2.2.3.1.1, tienen como base para su formulación las *Guías ambientales voluntarias*, con las cuales podrán acceder a los permisos para entrar en operación legal de sus actividades. De hecho, las *Guías ambientales* son en esencia documentos que respaldan las PP y la normatividad vigente y en ocasiones generan cambios en la normatividad, dado que se identifica la necesidad de hacerlo.

Por otra parte, toda PP se expresa y deriva en leyes, planes, metas, normas y disposiciones estratégicas que reconocen los conceptos de deuda social y derechos sociales de una población, que en Colombia son demasiadas, pues según el DNP (2018b) se expiden cerca de siete normas diarias, un total de 45 000 del año 2000 al 2016.

Respecto a la normatividad ambiental, la Ley 99 de 1993, estableció un mandato que no ha tenido mayor cumplimiento por parte del Estado:

Artículo 112. Comisión revisora de la legislación ambiental. El Gobierno Nacional integrará una comisión de expertos y juristas, de la que formarán parte un Senador de la República y un representante a la Cámara miembros de las Comisiones Quintas de las respectivas corporaciones, así como un Representante

del movimiento indígena, encargada de revisar los aspectos penales y policivos de la legislación relacionada con el medio ambiente y los recursos naturales renovables y en particular el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente, Decreto 2811 de 1974, el Código Sanitario Nacional y el Código de Minas y de presentar ante el Congreso de la República, dentro de los diez y ocho (18) meses siguientes a la vigencia de esta Ley y acorde con sus disposiciones, sendos proyectos de ley tendientes a su modificación, actualización o reforma.

## Evaluación de las políticas públicas

La evaluación de políticas públicas es una acción fundamental en la gestión pública, cuando es realizada con un método sólido y por profesionales en la materia. Su importancia radica en que, a través de ella, se generan recomendaciones que incrementan la eficacia y la eficiencia de las acciones de un Gobierno.

Tradicionalmente, se ha considerado que la evaluación es el último paso en el ciclo de vida de una política pública. La realidad es que la evaluación de políticas públicas es transversal; es decir, se puede realizar en cualquier fase del ciclo, en el diseño de la política o en su implementación.

En términos generales, para clasificar una evaluación de políticas públicas se toman en cuenta tres aspectos fundamentales: 1) temporalidad, 2) actores evaluadores y 3) materia de evaluación.

La temporalidad se refiere a que una evaluación de políticas públicas puede realizarse antes, durante o después de la fase de implementación; por lo tanto, desde esta perspectiva, la evaluación puede clasificarse como *ex ante*, *ex dure* y *ex post*, respectivamente.

Por otra parte, la evaluación de una política pública puede llevarse a cabo de manera externa o interna, según los actores evaluadores. Cuando es externa, la evaluación es realizada por un equipo consultor totalmente ajeno a la organización o institución que implementa la política. En el segundo caso, la evaluación interna es efectuada por un grupo de servidores públicos que trabaja en la dependencia encargada de operar la PP.

Aunque tanto la evaluación externa como la interna pueden contar con metodologías sólidas —y, por tanto, generar resultados útiles—, siempre es recomendable recurrir a un evaluador externo. La razón es simple: en una evaluación de políticas públicas, es mejor evitar ser juez y parte.

Por último, existen tipos de evaluación de política pública que van de acuerdo con la materia a evaluar. Los tipos de evaluación enmarcados en cualquier sistema para ello, pueden y deben cubrir:

- Diseño.
- Consistencia y resultados.
- Procesos.
- Impacto.
- Complementaria.
- Estratégica.
- Específica de desempeño.
- Específica de costo-efectividad.
- Específica de percepción de beneficiarios.
- Específica de perspectiva de género.

Al tener la obligación de evaluar el cumplimiento de sus políticas y reportarla al DNP, en el 2018, el MADS informó que evaluó las PP consignadas en la tabla 11.

A su vez, respecto al avance de las PP listadas en la tabla 11, el MADS (2018a, pp. 78-79) expresa:

El análisis del avance de las acciones asociadas a las metas o estrategias de trece (13) políticas presentadas en el segundo semestre de 2017, presentó un promedio de 94% de avance frente a lo que han programado en la vigencia. Se observa que cada una de las políticas ha venido presentando gestiones en las acciones. Sin embargo, cabe anotar que a los reportes de seguimiento les hace falta el impacto donde estén los beneficiados (población, sectores, territorios, entre otros), así como la finalidad de la normatividad, por qué se hace y para qué se hace. Igualmente, se recomienda que en los próximos reportes de avance se evidencien los indicadores de gestión, de producto y de avance.

**Tabla 11.** Políticas ambientales evaluadas por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Sigla	Política
PGSS	Política para la Gestión Sostenible del Suelo
PNGIBSE	Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus servicios Ecosistémicos
PNHIC	Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia
PNEA	Política Nacional de Educación Ambiental (Sina)
PNAOCI	Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia
PGAU	Política de Gestión Ambiental Urbana
PPCCA	Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire
RESPEL	Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos
PNGIRH	Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico
PNPCS	Política Nacional Producción y Consumo Sostenible
PNIGR	Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos
PNCC	Política Nacional de Cambio Climático
PNGIRAE	Política Nacional Gestión Integral de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos

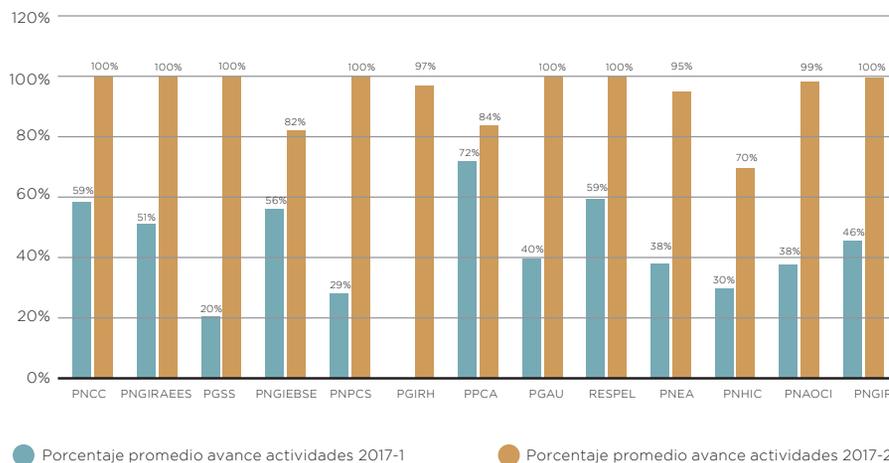
Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018a.

En la figura 25 se observa el porcentaje de avance de las actividades propuestas en el año 2017 para el cumplimiento de cada una de las políticas del MADS, que ha venido presentando gestiones en las acciones. Sin embargo, cabe anotar que los reportes de seguimiento no miden el impacto en los beneficiados (población, sectores, territorios, entre otros), así como la finalidad de la normatividad, por qué y para qué se hace.

Como si fuera una radiografía actual, Carrizosa (2006, p. 19), señala que:

la gestión ambiental en los últimos veinte años se deterioró por ambos tipos de enriquecimiento, el ilegal y el fácil: el primero afectó desde las actividades de control de la deforestación en sitios específicos hasta el funcionamiento normal de Corporaciones enteras, y hoy es todavía factor principal y directo del deterioro ambiental en las regiones afectadas por la extracción de oro o por la deforestación para desarrollar cultivos o convertir la coca en cocaína; el enriquecimiento fácil continúa influyendo en los continuos enfrentamientos entre proyectos económicos conducentes a la utilización del capital natural para obtener rápidos y altos rendimientos y los encargados de hacer cumplir las normas que protegen el patrimonio ecológico.

El espíritu de la Conferencia de Estocolmo (1972), la de Río 1992, Río+5, Río+10 y Río+20, se desconfiguró, se convirtió en un relato, al igual que muchas de las convenciones, convenios, protocolos y resoluciones que apuntaban a establecer indicadores de mejora de la situación ambiental, la economía de consumo se impuso como la prioridad debido a la globalización del capitalismo neoliberal.



**Figura 25.** Porcentaje de avance de seguimiento políticas públicas ambientales, 2017  
 Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018a.

Finalmente, se puede afirmar que las PP medioambientales poseen, además de los mecanismos de seguimiento y evaluación descritos, el que la Procuraduría Delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios realiza en conjunto con las autoridades ambientales, que da lugar a los *Informes preventivos* sobre temas específicos. Además, esta evaluación impulsa acciones de carácter preventivo, de control de gestión en el área ambiental, de intervención ante autoridades administrativas y judiciales, y algunas de carácter disciplinario, en relación con la protección y preservación del medio ambiente, los recursos naturales y los derechos y conflictos que se generan en materia de tierras. Por otra parte, la Contraloría Delegada del Sector Medio Ambiente publica anualmente informes sobre alguna temática medioambiental, además de vigilar los recursos públicos que se invierten en el medio ambiente y los que administran autoridades ambientales del nivel nacional y regional, y los institutos de investigación ambiental.

## Conclusiones

Guhl y Leyva (2014, p. 56) expresan que el indicador de la macrofunción de formulación de PP sugiere que las políticas ambientales regionales y nacionales no han sido el resultado de un proceso de gestión y planificación desde la base, es decir, desde el empoderamiento de la sociedad, que permita la participación y la concertación entre los diferentes sectores y grupos de interés, con el propósito de garantizar su legitimidad y su vigencia a largo plazo. Adicionalmente, el hecho de que los planes nacionales de desarrollo no estén bien articulados entre lo local, lo regional y lo nacional, permite suponer que han respondido a intereses políticos coyunturales y que, en muchos casos, han sido impuestos autoritariamente a las regiones y a los municipios<sup>2</sup>.

---

2 Según algunos expertos y la bibliografía consultada, este diagnóstico reincide, en cuanto los problemas estructurales o de fondo no han sido atendidos con la importancia que merecen (Guhl y Leyva, 2014, p. 56).

En general, puede afirmarse que las políticas ambientales no han logrado una integración adecuada con las políticas sectoriales, puesto que no involucran lo ambiental como un elemento transversal a todas, por lo que en muchos casos las decisiones sobre aspectos sectoriales y ambientales se traslapan, se contradicen y se producen conflictos entre diferentes instituciones públicas (Guimarães, 2003).

Cuando se analiza la cantidad de documentos públicos ambientales, considerando las PP y la normatividad que surge de estas, es notorio que se ha perpetuado la costumbre de las políticas sectoriales cortoplacistas, que son más fáciles de formular y aplicar que las políticas integradoras multi-sectoriales y de largo plazo, que buscan priorizar la sostenibilidad.

Es necesario contar con PP de Estado, y no coyunturales o de Gobierno. Además es importante que la evaluación de estas políticas sea más integral, que no solo considere las acciones, sino también sus impactos. Además, en casi todos los gobiernos, los esfuerzos se centran en presentar indicadores de cumplimiento de los objetivos propuestos en los planes nacionales de desarrollo.

En esa relación tenemos que coincidir que no hay equilibrio: los desafíos no concuerdan con la forma como hacemos las cosas; nuestros problemas tratan de resolverlos con una estrategia o modo de hacer donde no prevalece la sistematicidad y coherencia, tampoco la disciplina de trabajar con arreglo al mediano y largo plazo. Este es un país que desaprovecha muchos recursos existentes (financieros, humanos, territoriales e institucionales). En ese contexto tenemos la necesidad de generar un equilibrio entre los desafíos y una forma adecuada de hacer las cosas, de manera que resulta apremiante profundizar en los temas cruciales estableciendo prioridades que permitan impactar positiva y objetivamente en la construcción de las PP. Asimismo, es necesario poner en discusión en la agenda pública el *corpus teórico* que respalda las PP aplicadas en Colombia y su impacto. De hacerlo así, estaremos discutiendo no solo el

tipo de sociedad que queremos, sino también los principales problemas del país, cuya persistencia afecta la relación entre Estado y sociedad civil. Esto en un contexto en el que la economía neoliberal, como PP en plena vigencia, no es una categoría de análisis apropiada, no tiene un estatuto propio, porque no está plenamente fundada en la teoría económica.

En los países latinoamericanos, las PP no son tan públicas, ni responden del todo a las necesidades de las personas a quienes están dirigidas. Al ser una realidad que no se puede ocultar, en la mayoría de los casos se hacen diseños *en el escritorio* y al momento de implementar surgen deficiencias. Además, desde el diseño se cometen errores que se persisten hasta la política final.

No podemos negar la intervención de las preferencias grupales y personales que en ocasiones predominan, un hecho que perjudica, obstaculiza y daña la concepción de lo público y que a su vez se traduce en detrimento del bienestar social. Esto también se ve constantemente en la promulgación de normatividad, que parece no consultar los diagnósticos ni la necesidad de su aplicación en beneficio de la sociedad y no de los grupos económicos interesados.

Si las PP han de responder a las necesidades de las personas, es necesario que estas se formulen en función de los criterios de oportunidad, calidad y transparencia. Para lograr esto se necesita la participación íntegra de todos los actores y a su vez preocupación por el bienestar de la sociedad.

Las empresas privadas tienen una alta capacidad de incidencia en las PP, contrario a lo que sucede con las organizaciones de la sociedad civil. Las PP que son producto de las decisiones de los gobiernos tienden a no representar a los intereses y puntos de vista de los distintos sectores de la sociedad. Esto reafirma lo que comentamos anteriormente sobre el predominio de uno de los actores sobre los demás, para proteger sus intereses particulares, lo que conlleva una alta probabilidad de fracaso en la implementación de las PP.

## Propuestas de cambios en la regulación según los focos temáticos

La Misión Internacional de Sabios, organizada en ocho focos temáticos: Tecnologías Convergentes e Industrias 4.0; Industrias Creativas y Culturales; Energía Sostenible, Ciencias de la Vida y de la Salud; Biotecnología, Bioeconomía y Medio Ambiente; Océanos y Recursos Hidrobiológicos; Ciencias Sociales y Desarrollo Humano con Equidad; y Ciencias Básicas y del Espacio, tuvo un claro consenso en que las barreras comunes a todos los focos temáticos tenían que ver con: 1) la generación de conocimiento; 2) transferencia e innovación para el sector productivo y social; 3) la apropiación social y cultural; 4) la institucionalidad y la gobernanza; 5) la regulación; 6) la financiación; 7) la educación; y 8) la regionalización. A partir de este consenso se generaron los retos y oportunidades que dieron lugar a las Misiones Emblemáticas en cada uno de los focos.

La regulación alrededor de las ocho barreras identificadas en el texto base de la Misión Internacional de Sabios tiene consideraciones específicas de cada uno de los focos, para el caso particular del foco Océanos y Recursos Hidrobiológicos, se identificó que la investigación, básica o aplicada, es un asunto prioritario. De manera conjunta, con el apoyo de la comisionada Carmenza Duque, se produjo el siguiente análisis al respecto.

### Análisis y propuestas sobre algunas barreras normativas para el desarrollo de la ciencia en Colombia

En prácticamente todas las consultas y foros desarrolladas alrededor de la Misión Internacional de Sabios con la comunidad científica y con otros agentes de la sociedad civil se señaló como impedimento serio para las actividades de investigación y desarrollo (I+D) a la normatividad inadecuada y a la consiguiente burocratización de los procesos administrativos. La falta de una tradición de investigación científica en la administración pública colombiana, y el hecho de que quienes generan las normas y las aplican no tienen experiencia en el campo de las ciencias, ni conocen modelos extranjeros exitosos, ha resultado en una normatividad farragosa y unas

costumbres y usos que complican aún más esa administración. Esto se agrava con el hecho de que en Colombia el acercamiento a la administración pública busca más la prevención de las incorrecciones y de los delitos que la promoción de la eficiencia.

En un ambiente de gran temor por la corrupción, puede parecer contradictorio abogar por la confianza y la eficiencia como parámetros rectores. Sin embargo, en algún momento hay que reconocer que sin confianza la promoción de la ciencia tendrá obstáculos insalvables, y sin eficiencia en su administración no será competitiva en un ambiente global que promueve la invención y la innovación como fundamentos de la competitividad económica de naciones, regiones y comunidades.

Por esta razón, creemos que es importante señalarle al país aquellos procedimientos que disminuyen la capacidad para investigar y que, por ende, nos ponen en una situación de desventaja competitiva con el resto del mundo. En un ambiente de desconfianza, se promueve la ineficiencia, las grandes ventajas se diluyen, y en ocasiones se convierten paradójicamente en impedimentos adicionales, como sucede con las restricciones para usar muestras naturales, recurso genético de la biodiversidad, en investigaciones de carácter científico.

Se intentará después de la descripción de diferentes barreras normativas proponer algunas modificaciones para superarlas.

## Sobre normas, leyes y políticas

### Régimen aplicable a la administración de proyectos y programas científicos

Las leyes de ciencia y tecnología —Ley 29 de 1990 y decretos reglamentarios y Ley 1286 de 2009— han abierto la posibilidad de que se aplique el régimen privado de administración a los proyectos de ciencia, tecnología e innovación. Algunas instituciones se han acogido a esta prerrogativa que les otorga mayor agilidad en operaciones que estarían gravemente entrabadas si se vieran sujetas a las limitaciones de la administración pública.

No se trata de aspirar a un privilegio exorbitante sino de reconocer una especificidad de la actividad de investigación. No es lo mismo un contrato de obra, en el cual habrá centenares de ofertas equivalentes a la compra de insumos sofisticados, frecuentemente con un solo proveedor, o con diferencias sutiles que se le pueden escapar al no especialista pero que pueden hacer de una adquisición una pérdida total. En ocasiones es más importante la compatibilidad de un equipo de marca con un oferente único, el grado de pureza de un reactivo, la confianza en un servicio de mantenimiento, que el análisis usual de costos y especificaciones. La oportunidad de una adquisición puede ser la diferencia entre el éxito o el fracaso.

Sin embargo, el uso de estas disposiciones se ha visto muy limitado. Incluso Colciencias no las ha usado más que parcialmente, y universidades e instituciones públicas han sido más que tímidas para implementarlas. Una de las causas es la poca comprensión de esta norma por los organismos de control, procuradurías, contralorías y personerías que la ven como una forma para escaparse al control y como un factor de riesgo de corrupción, más que como una necesidad para que la labor sea eficiente y competitiva.

Esta desconfianza, que se concreta a veces en investigaciones disciplinarias, fiscales y hasta penales, intimida al administrador, que prefiere no arriesgarse y renuncia a la opción de mayor eficiencia y, a largo plazo, de competitividad. Más aún, el mismo temor genera dificultades para tomar decisiones que muchas veces se ven traducidas en consultas internas innecesarias y en la exigencia de vistos buenos que tienen como objetivo compartir responsabilidades —o inculpaciones—.

De esta forma un instrumento que simplemente igualaría a nuestros investigadores con sus colegas y competidores de otros países se deja de usar.

### Recomendación

Retomar la disposición de aplicar el régimen privado de contratación en toda la cadena de los proyectos de ciencia, tecnología e innovación. Reglamentar en forma explícita y detallada esta disposición. Es necesario

que la reglamentación sea tan explícita que no quede ninguna duda a los organismos de control sobre la factibilidad de su uso.

### Período presupuestal

El Fondo Francisco José de Caldas —ahora Minciencia— no está sujeto a las vigencias presupuestales anuales. El fondo del Sistema General de Regalías para ciencia y tecnología adoptó vigencias bianuales —algo mejor que las anuales, pero aún insuficientes—. La razón de estas disposiciones es que las actividades de ciencia, tecnología e innovación no pueden estar sujetas a períodos tan cortos. Las investigaciones muy rara vez duran un año, por lo general, se extienden por varios años. Los programas de impacto nacional o regional con mucha mayor razón. Las vigencias anuales no aseguran la ejecución, sino que, con frecuencia, generan una mala ejecución. La necesidad de tener que contratar o comprar apresuradamente antes de que expire la vigencia induce al mal gasto. Con frecuencia hay períodos de parálisis al principio del año que llegan a meses y que desperdician en gran medida tiempo de trabajo profesional y oportunidades. El trabajo científico exige una continuidad, sin la cual muchas veces grandes esfuerzos se ven perdidos y es necesario reiniciar.

A pesar de estas consideraciones, la mayoría de los presupuestos del Estado dedicados a ciencia, tecnología e innovación están sujetos a períodos presupuestales de una sola vigencia anual. Esto sucede con los presupuestos de los ministerios, de las gobernaciones y de los municipios, de los institutos y centros nacionales y regionales, incluso de muchas instituciones de educación superior (IES) que hacen investigación.

Nuevamente no se trata de solicitar un privilegio exorbitante sino de reconocer la especificidad de una actividad que se ve entorpecida con períodos de ejecución presupuestal cortos que a la larga le generan pérdidas directas, además, en detrimento de competitividad y oportunidad.

### Recomendación

Reglamentar períodos de ejecución plurianuales para las actividades de investigación científica y para las instituciones públicas que las llevan a cabo.

## Presentación de proyectos, términos de convocatorias

Las convocatorias y las modalidades de presentación de proyectos responderán a políticas y se fijarán por guías o instructivos que no son normas de carácter general. Posiblemente, una excepción hasta ahora han sido los proyectos de ciencia, tecnología e innovación financiados por regalías. Esos proyectos, que generalmente son de alta complejidad, deben ser formulados con la metodología general ajustada (MGA), lo que constituye un requisito para la presentación y aprobación ante el Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD) respectivo. Esta metodología general contempla matriz de marco lógico, planificación de proyectos orientada a objetivos (ZOPP), diagrama de espina de pescado, árbol de problemas y de objetivos, etc.

La MGA posiblemente es apropiada para proyectos de inversión del DNP que tienen un carácter muy diferente a los proyectos de ciencia, tecnología e innovación. La imposición de un sistema extraño a esta actividad genera restricciones serias de manejo y perjudica al proyecto en lugar de organizarlo. Asimismo, reduce la flexibilidad de los proyectos y su capacidad para responder rápida y creativamente a los problemas que se presentan, usualmente inesperados. El seguimiento de la ejecución es igualmente engorroso y totalmente incapaz de distinguir entre lo que es un incumplimiento y lo que solo es un cambio recursivo ante problemas imprevisibles. De hecho, la ejecución deficiente de estos recursos —que ocasionó en el pasado cercano una reforma temporal de la Constitución para asignar una parte de esos recursos a la construcción de vías terciarias— no se debió a falta de proyectos e ideas. El porcentaje de aprobación de proyectos en el sistema normal de Colciencias es muy bajo, inferior al 8%, y en muchas convocatorias han sido aprobados técnicamente proyectos que no se ejecutan porque no resultan financiables por falta de recursos. La razón principal de la baja ejecución es sin duda el formato de presentación de proyectos y de seguimiento, que resultan totalmente ajenos a la formación de los investigadores, quienes se sienten abrumados e intimidados por estos y prefieren no hacer propuestas.

### Recomendación

Ajustar la normatividad de presentación de proyectos estrictamente a aquellas que son específicas para actividades de ciencia, tecnología e innovación. Modificar el sistema MGA usado en los proyectos financiados por regalías, con el acuerdo del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación.

### Seguimiento de proyectos

El seguimiento de los proyectos financiados por Colciencias y otras instituciones estatales es inconveniente, generalmente contradictorio con los propósitos mismos del proyecto. Hay dos evaluaciones que se hacen por separado, la primera, de carácter técnico, es realizada por la entidad financiadora que estudia en forma superficial si los compromisos “medibles” se han cumplido. No hay análisis sobre la calidad de los resultados y se introducen restricciones que podrían generar situaciones inconvenientes, incluso con implicaciones éticas negativas. Por ejemplo, si un proyecto propone la formación de un estudiante a nivel doctoral o de maestría, el investigador prácticamente se ve obligado a aprobar su tesis, aunque el estudiante no cumpla con requisitos, porque de otra forma quien incumple es el investigador. Si propuso un número determinado de artículos, se ve obligado a publicar ese número, incluso si en otras circunstancias preferiría no hacerlo hasta consolidar mejor los resultados. Por otro lado, un resultado realmente notable y que en otros ámbitos tendría alto reconocimiento, en esta evaluación no compensaría la ausencia de un compromiso menor.

La segunda evaluación es financiera y la hace un organismo independiente que maneja los fondos: una fiducia o un fondo de administración. Esta evaluación usa el presupuesto inicial no como un indicador sino como un compromiso contractual del gasto. Esto lleva a absurdos como que se exija la compra de un equipo obsoleto porque ese se propuso años antes, cuando se escribía el proyecto, sin saber que se iba a desarrollar otro equipo mejor, o la desaprobación de insumos no previstos porque las necesidades de la investigación cambiaron a raíz de los resultados que

se iban obteniendo. En resumen, el análisis es de una gran rigidez, no comprende los altos niveles de incertidumbre que tiene una investigación, sobre todo si esta es realmente de frontera. El sistema actualmente usado desestimula la presentación de ideas originales (que conllevan un riesgo mayor) y estimula las propuestas rutinarias y repetitivas.

### Recomendación

Se recomienda modificar el esquema de seguimiento y evaluación de los proyectos de investigación de acuerdo con la flexibilidad que deben tener los procesos de investigación científica. El proyecto debe ser evaluado por la calidad de sus resultados, pero en forma muy flexible, considerando el riesgo implícito en esta clase de investigaciones. El presupuesto inicial se debe usar en la evaluación para constatar el realismo y la seriedad de la propuesta, pero no debe ser usado en la evaluación como un compromiso de gasto inflexible.

### Contrapartidas y *overheads*

El *overhead* es una figura que se introdujo en Estados Unidos y en Europa para estimular la actividad de investigación. Consiste en que las agencias financiadoras —sobre todo del gobierno, pero también de fondos privados— adicionan una suma que puede estar entre el 40% y el 60% del costo real de la investigación, y que puede ser usada por la institución ejecutora para cubrir gastos indirectos, pero también para reinvertir en infraestructura común —edificios, bibliotecas, equipos, redes, etc.— que beneficie la actividad científica en general y no solo la del proyecto específico. Esta iniciativa, aunque encarece los proyectos notoriamente, ha logrado que el investigador se vuelva muy atractivo para la institución porque mejora sus finanzas y su potencial científico y académico.

En préstamos y aportes no reembolsables de fondos transnacionales y en proyectos de cooperación internacional, frecuentemente se exige que el país recipiente cubra parte de los gastos del proyecto, generalmente los gastos de personal y los costos indirectos. Eso se define como una contrapartida de la Nación.

Los primeros esfuerzos investigativos organizados desde Colciencias en la segunda mitad del siglo xx se apoyaron en préstamos del BID y del Banco Mundial, y se adoptó la figura de contrapartida, pero se aplicó a la institución que recibía el financiamiento. La figura de *overhead* no ha sido usada en Colombia, apenas muy recientemente los proyectos de Colciencias reconocen algunos costos indirectos, inferiores al 10% del valor del proyecto, que en la mayoría de los casos ni siquiera cubren el costo indirecto real.

La figura del *overhead* es de un éxito indudable, en los países desarrollados impulsó la ciencia al hacer a los investigadores muy deseados por las instituciones. Por el contrario, nuestro sistema hace del investigador alguien mucho menos atractivo porque está solicitando fondos adicionales y contrapartidas para completar el costo de sus proyectos. Además de hacer que los proyectos sean más costosos, genera un estímulo que en muy poco tiempo compensa los costos mayores con desarrollos e innovaciones.

#### Recomendación

Adoptar normativamente la figura del *overhead* para los proyectos financiados por el Estado desde sus diferentes fondos.

#### El concepto de inversión de riesgo en la investigación

La legislación no contempla la posibilidad de asumir un riesgo. Un funcionario que lo asume puede ser investigado por los órganos de control y castigado muy severamente. A toda empresa estatal se le exige un estudio previo, y si los resultados obtenidos en la ejecución son diferentes, el responsable puede ser acusado de haber hecho un mal estudio. Esto puede ser conveniente en contratos de obra, pero está fundamentalmente opuesto a la naturaleza misma de la investigación que es una actividad de riesgo. Si uno pudiera predecir con un estudio previo el resultado de la investigación esta no sería necesaria.

La única forma de proponer proyectos de investigación seguros es renunciando a la originalidad y a las ideas revolucionarias. Un proyecto que repite en el país lo que se ha hecho en otros lugares del mundo puede ser útil porque da algunos resultados específicos, de manera que una

modificación parcial de un estudio desarrollado en otro país puede ser útil porque representa un cierto avance. Pero algo totalmente novedoso y diferente es siempre de alto riesgo. Una innovación radical puede ser excluida completamente por este sistema.

Algo similar sucede con el financiamiento y la inversión en innovaciones e inventos. Antes de hacer la inversión no es posible saber si una idea funciona. De hecho, hay campos como el desarrollo de moléculas terapéuticas, en los que se sabe que una fracción muy pequeña de las moléculas probadas llega a constituirse en un producto mercadeable. Por supuesto, la ganancia en ellas es considerable y compensa a largo término el costo de los intentos fallidos, pero no hay forma de saber cuál es el intento exitoso sin probar muchos que no lo van a ser.

Esto lleva necesariamente a la conclusión de que las normas de seguridad a las que se someten los proyectos de obra del Estado no son apropiadas para los proyectos de investigación y de innovación, por el contrario, son un impedimento muy serio para su desarrollo.

### Recomendación

Revisar las normas o las guías que exigen estudios previos para el caso de proyectos de investigación y de innovación. Considerar el establecimiento de fondos de riesgo para el apoyo de proyectos de ciencia, tecnología e innovación.

### Régimen de propiedad intelectual

En 1980 se promulgó en los Estados Unidos la Ley Bayh-Dole, según la cual los beneficiarios de fondos estatales para actividades de investigación y desarrollo tienen derecho a patentar invenciones y conceder licencias a empresas. Estos beneficiarios son fundamentalmente las universidades, los institutos y centros de investigación y los investigadores mismos. La finalidad de esa ley era promover la explotación de los resultados de las investigaciones financiadas por el Estado al transferir su titularidad a las instituciones que hicieron la investigación, las cuales quedaban libres para negociar con el sector empresarial. Una decisión con visión de largo plazo, puesto que al renunciar a unos derechos que no eran de fácil concreción, el Estado

movilizó a todo el aparato académico y a las empresas en un esfuerzo que les convenía a ellos y que a la larga significó progreso económico, trabajo y recuperación de la inversión mediante impuestos. El régimen de propiedad intelectual es uno de aquellos factores que bien diseñado puede impulsar la investigación y su transferencia al sector productivo, pero si está mal planteado se puede convertir en una barrera seria para la ciencia.

#### Recomendación

Se deben incentivar los procesos de protección y transferencia de conocimiento por medio de la propiedad intelectual, industrial y derechos de autor a diferentes niveles de la sociedad, considerando que dichos procesos deben, como fin último, buscar el desarrollo y escalamiento de conocimiento en la sociedad por mecanismos como licenciamientos, creación de emprendimiento, generación de modelos de negocios, creación de procesos académicos, vigilancia tecnológica, entre otros. No es suficiente con patentar o proteger, se debe estimular que las patentes o productos protegidos por propiedad industrial y derechos de autor, se transfieran y se escalen en beneficios a la sociedad. Una ley que incentive estos procesos sería un paso en la dirección correcta, especialmente de aquellos desarrollos que vienen de áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés), junto con capacitaciones básicas en propiedad industrial y derecho de autor en IES.

#### Contratos de acceso a recursos genéticos y/o productos derivados de la biodiversidad para investigaciones de ciencia básica sin fines comerciales

Colombia es un país tropical con 56 343 especies terrestres vegetales y animales documentadas —el número calculado podría ascender a 700 000 o más—, con un número muy grande de especies marinas —segundo lugar en biodiversidad marina en Suramérica— y con una inmensa riqueza inexplorada de microorganismos, está posicionada como el segundo país megadiverso en el mundo. Por esta razón y siguiendo la Decisión Andina 391 de 1996, el Protocolo de Nagoya a punto de ser ratificado por Colombia y con el complejo entramado de leyes, decretos y resoluciones que el país, mediante

el MADS, ha generado como reglamentación para ejercer “soberanía” sobre los recursos naturales vivos, nos encontramos actualmente con inmensos problemas para realizar actividades científicas, particularmente en ciencias básicas sin fines comerciales sobre los recursos genéticos y/o productos derivados de especies silvestres, sin la firma de un contrato de acceso, que no está diseñado para el ejercicio de actividades científicas básicas. La firma del contrato mencionado que usualmente es ineficaz, enredada y toma mucho tiempo (uno o varios años), a pesar de las modulaciones que últimamente ha venido haciendo el MADS en este sentido, al usar contratos marco institucionales para ciencia básica sin fines comerciales.

El meollo del problema es que esta reglamentación —decretos 1375, 1376 de 2013—, primero, no se aplica a todas las áreas del conocimiento básico, tan solo considera unas poquísimas áreas tales como sistemática molecular, ecología molecular, evolución y biogeografía, y adicionalmente hay prohibición de incursión en las dos primeras —contradicción en la Ley—, según la Resolución posterior 1348 de 2014 donde se define la prohibición de estudiar sin el contrato mencionado, la ciencia básica de especies nativas —silvestres, domesticadas, cultivadas o escapadas de domesticación—, virus, viroides y similares y productos derivados de ellas como ADN, ARN, micro y macromoléculas producidas en el metabolismo de los organismos vivos. El segundo y no menos importante problema se refiere a que esta reglamentación no considera toda la ciencia básica que se está haciendo en este campo, ni los asombrosos adelantos que se vienen dando, particularmente en el siglo XXI, después de la consolidación y adelantos de la biología molecular y el inicio de la revolución de las “ómicas” a partir de las cuales, al ingresar material genético ADN, ARN, proteínas, enzimas, micro o macromoléculas que permiten el conocimiento del genoma, proteoma o metaboloma de las especies, y la genómica funcional, se están haciendo estudios claves para optimizar las estrategias y planes de conservación y manejo de los recursos biológicos. Esto a partir de la comprensión de que la variación genética de las especies tiene efecto directo sobre la su habilidad para responder a los cambios ambientales a través de la adaptación. Además, la secuenciación de genes y el uso posterior

de herramientas, como la bioinformática, permiten analizar cantidades muy grandes de información para conocer en menor tiempo y con gran exactitud la taxonomía de las especies —lo que significa conocimiento de la biodiversidad—. La generación de modelos tridimensionales que permitan predecir la estructura y función de las proteínas para entender las interacciones gen-enfermedad, entre otras, y el valioso aporte del conocimiento sobre las rutas biogénicas en las especies, aportan las bases para el tan anhelado uso sostenible de nuestras especies, proceso de bioprospección, en pro de una bioeconomía sostenible, a la que el país se ha comprometido en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022. Las ideas expuestas anteriormente explican suficientemente el aporte de la ciencia básica sin fines comerciales al cumplimiento de tres de los cuatro objetivos de la política de biodiversidad en Colombia.

Por otro lado, el tercer problema importante a considerar es que el país tiene, además de sus recursos biológicos, capacidades en este campo —talento humano y relativa infraestructura básica, potenciada por medio de cooperación internacional—, pero el estado de los investigadores colombianos es un sinsentido, están temerosos de estar desperdiciando sus capacidades y amedrentados al ser tildados por el MADS con mucha frecuencia como “bio-piratas”, algunos en espera de ser procesados administrativa y penalmente, a pesar de las dos amnistías decretadas, una por la Ley 1753 de 2015 (PND, 2015-2018) y la otra recientemente por la Ley 1955 de 2019 (PND, 2019-2022).

El cuarto problema, que requeriría correcciones en la ley y ajustes administrativos en la aplicación de los decretos 1375 y 1376 de 2013 —actual Decreto 1076 de 2015, compilación de los decretos del MADS—, se refiere a las investigaciones científicas con fines comerciales que sí requieren contrato de acceso a recursos genéticos y/o productos derivados, y que serán tratados por otros dos focos temáticos de esta Misión Internacional de Sabios.

En conclusión, aunque hay política sobre la biodiversidad, esta no es eficaz, no garantiza trámites expeditos, no permite el desarrollo de la ciencia y la tecnología sobre los recursos genéticos del país, ni la protección de estos recursos ni la de los conocimientos tradicionales asociados a derechos de comunidades constitucionalmente protegidas.

### Recomendación

Modificar las normas y los trámites administrativos que rigen las actividades científicas en ciencia básica sin fines comerciales realizadas por investigadores de instituciones reconocidas por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación —antes Colciencias—.

### Trabas en importación de reactivos, equipos e insumos para la investigación

Una de las iniciativas de bajo costo para el Estado, que podría ser un apoyo significativo para la investigación científica, sería la racionalización de normas relacionadas con la importación de elementos necesarios para la investigación científica y la coordinación institucional de las entidades responsables de esas normas. Actualmente existen diferentes entes reguladores: Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales (DIAN), Invima, Instituto Nacional de Salud (INS), etc., que formulan exigencias de diverso orden que entran, hacen más costosa y menos competitiva nuestra investigación. Además, cuentan con funcionarios que desconocen asuntos técnicos que requieren gran especialidad.

### Recomendaciones

La creación de una asociación público privada cuya función sea la importación y compra de reactivos y equipos, que desarrolle sus actividades en una zona franca, que trabaje directamente con las IES y centros de investigación, y que cuente con normatividad especial que le permita optimizar los trámites de nacionalización, compra y exenciones de impuestos.

### Régimen de asociación público privado

A pesar de ser una poderosa herramienta, las asociaciones público privadas siguen siendo muy difíciles de desarrollar en Colombia. Una de las razones es la excesiva carga burocrática y regulatoria que existe, la inestabilidad jurídica y la cultura de desconfianza mutua existente en el país. Sin embargo, las asociaciones público privadas son esenciales para el desarrollo de grandes

programas de investigación y desarrollo a niveles nacionales e internacionales. La participación de Colombia en proyectos científicos transnacionales en ciencias básicas y del espacio de gran escala solo será posible si se desarrollan e incentivan mecanismos de asociación público privadas.

#### Recomendación

Desarrollar un marco jurídico y leyes que incentiven las asociaciones público privadas en el desarrollo de proyectos de ciencia y tecnología. La normatividad deberá ser pragmática y amplia, de ser posible, desarrollada alrededor de un proyecto estratégico, que permita la participación privada por medio de exenciones de impuestos, el apoyo a la vinculación de personal con formación doctoral, facilidad en procesos de licenciamientos, protección y desarrollo de emprendimientos a los desarrollos conjuntos logrados. Esto con la conciencia de que los resultados pueden verse a largo plazo y con un gran reconocimiento social a este tipo de asociaciones.

#### Estatuto del investigador

Los investigadores que trabajan en institutos y centros públicos que tienen como una de sus misiones principales la investigación científica están sujetos al régimen de los funcionarios públicos definido por el Departamento Nacional de la Función Pública. Eso implica, en primer lugar, que sus salarios son muy bajos, inferiores a los de universidades públicas y privadas, que no tienen una carrera que les permita ser evaluados para avanzar con base en su productividad, y que no haya ninguna equivalencia real ni normativa con quienes ejercen funciones similares en ámbitos académicos públicos. Varias veces se ha propuesto crear la carrera de investigador con características diferentes a las del empleado público, que respondan a la especificidad de ese trabajo y que estimulen la vinculación a instituciones del Estado que investigan. Hoy la situación desestimula a estos investigadores que migran, en cuanto pueden, a otros sectores sociales, muchas veces incurriendo en el abandono de promisorias carreras y en la pérdida de esfuerzos de formación importantes.

### Recomendación

Conformar la carrera de investigador, con todas sus especificidades salariales y de avances en la carrera por evaluación de productividad, dentro del sistema nacional de la función pública.

### Inversión de los ministerios en investigación científica

La posibilidad de aumentar la asignación de presupuestos del Estado para investigación científica se ve obstaculizada por la crónica falta de recursos. La mayoría de los ministerios tienen la necesidad de llevar a cabo investigaciones serias en su campo, algunos las hacen esporádicamente, otros esperan que sean financiadas por recursos diferentes a los propios, y que posiblemente no existen, o que restarían al financiamiento de otros temas también importantes. Los ministerios pueden entenderse como grandes empresas con objetivos complejos. En cualquier lugar, una empresa de esas características está destinada al fracaso si no dedica una parte de su presupuesto de inversión a la investigación. Posiblemente, no sería demasiado gravoso estipular que un porcentaje del presupuesto de inversión en forma obligatoria se dedique a resolver problemas del ministerio que requieren un aumento en el conocimiento. Esta asignación no implicaría más que un porcentaje pequeño del presupuesto y, con la coordinación del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, se podría potenciar seriamente al sumarse al de otros que tengan problemas similares o complementarios.

### Recomendación

Establecer por norma la obligatoriedad de que un porcentaje del presupuesto de inversión de los ministerios sea dedicado a investigación científica.

### Visibilizar y fortalecer la tercera función misional en las instituciones de educación superior (IES)

Las universidades en el mundo buscan crear, transmitir y preservar el conocimiento, por ello, tienen como funciones misionales la educación, la investigación y una tercera misión que se conoce como extensión, transferencia de conocimiento, proyección social, entre otras denominaciones. Esta última función misional es fundamental para fomentar la relación

entre la industria, la sociedad y el Estado con las IES, sin embargo, debido tanto al bajo entendimiento de esta tercera función misional como a la falta de recursos económicos, esta se ha centrado en modalidades como educación continua, y asesorías y consultorías al gobierno y la empresa privada. Esto representa un olvido de dimensiones como la gestión y el emprendimiento de base tecnológica, la creación de empresas basadas en conocimiento, la innovación social y la interacción con la sociedad, la internacionalización, entre otras.

#### Recomendación

El gobierno nacional debe buscar mecanismos para que las IES desarrollen su tercera función misional. Se recomienda considerar la estrategia implementada por el gobierno de Suecia, que consiste en volver “explícita” la forma como la tercera función misional se desarrolla dentro de las IES para, por y con la sociedad. Por ejemplo, se debe promover que en sus rendiciones de cuentas y en el diseño de sus planes de acción se muestren las acciones realizadas para dinamizar esta tercera función misional más allá de la educación continua, las asesorías y las consultorías.

#### Normatividad asociada a los estudios de biodiversidad en Colombia

Dado que los recursos naturales vivos de la nación son propiedad del Estado colombiano, y al ser este un tema de gran calado, se ha establecido un entramado de leyes, decretos y resoluciones como reglamentación a las actividades de investigación para conocer, conservar y aprovechar prioritaria y sustentablemente los recursos genéticos y/o productos derivados de especies nativas en sus formas silvestre, domesticada, cultivada o escapada de domesticación y los de origen humano.

El Convenio de Diversidad Biológica (CDB), suscrito por 168 países en Río de Janeiro en junio de 1992, establece de común acuerdo entre los firmantes la soberanía de los países para el uso y aprovechamiento de sus recursos biológicos. La Comunidad Andina de Naciones (CAN), de la cual Colombia es miembro activo, acepta la regulación de acceso a los

recursos genéticos y productos derivados para sus países miembros por medio de la Decisión 391 de la Comisión del Acuerdo de Cartagena del 2 de julio de 1996 —el Artículo 5 establece que los países miembros de la CAN ejercen soberanía sobre sus recursos genéticos y productos derivados determinando las condiciones de su acceso—.

Por otro lado, en Colombia, de conformidad con lo establecido en la Ley 99 de 1993, el Ministerio del Medio Ambiente —actual MADS— es el organismo rector de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales renovables en Colombia, encargado, entre otras, de definir el manejo, uso y aprovechamiento de estos, con el propósito de asegurar el desarrollo sostenible. Entre las funciones de esta institución se encuentran, entre otras: regular conforme a la ley, la obtención, uso, manejo, investigación, importación, exportación, así como la distribución y el comercio de especies y estirpes genéticas de fauna y flora silvestres; regular la importación, exportación y comercio de dicho material genético, establecer los mecanismos y procedimientos de control y vigilancia, y disponer lo necesario para reclamar el pago o reconocimiento de los derechos o regalías que se causen a favor de la Nación por el uso de material genético. En el Decreto 730 de 1997 se designó al MADS como autoridad nacional competente, en los términos y para los efectos establecidos en la Decisión 391 de la Comisión del Acuerdo de Cartagena relativa al régimen común sobre acceso a los recursos genéticos.

En 2011, se determinó en el Decreto 3570 la estructura del MADS que se conserva hasta la actualidad. En 2013, el MADS emitió los decretos 1375 y 1376, que regulan las colecciones biológicas y los permisos de recolección de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial, para la aplicación de la Decisión Andina 391 de 1996, respectivamente. Así, el Decreto 1375, Artículo 4, parágrafo 1 establece que:

Las actividades de investigación científica básica con fines no comerciales que usen colecciones biológicas y que involucren actividades de sistemática molecular, ecología molecular, evolución y biogeografía molecular, no configuran acceso al recurso genético de conformidad con el ámbito de aplicación del presente decreto.

Y el Decreto 1376, Artículo 2, párrafo 5 determina que:

Las investigaciones científicas básicas que se adelantan en el marco de un permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines no comerciales y que involucren actividades de sistemática molecular, ecología molecular, evolución y biogeografía, no configuran acceso al recurso genético de conformidad con el ámbito de aplicación del presente decreto.

Este mismo artículo establece en el párrafo 6:

Que para acceder a los recursos genéticos y/o productos derivados, con fines industriales, comerciales o de prospección biológica, de los especímenes recolectados en el marco de un permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica, el interesado deberá suscribir el contrato de acceso a recursos genéticos y/o productos derivados, de conformidad con la legislación nacional vigente.

El Decreto 1348 de 2014, en su Artículo 2, aclara cuáles actividades se consideran acceso a los recursos genéticos y productos derivados que se realicen con especies nativas, bien sea en sus formas silvestre, domesticada, cultivada o escapada de domesticación, incluyendo virus, viroides y similares que se encuentren en el territorio nacional o fuera de este. Así, define que configuran acceso a recursos genéticos las actividades que pretendan la separación de las unidades funcionales y no funcionales del ADN y/o ARN en todas las formas que se encuentren en la naturaleza; así como las que pretendan el aislamiento de una o varias moléculas, entendidas estas como micro y macromoléculas, producidas por el metabolismo de un organismo. En el párrafo 2 de este mismo Artículo, el Decreto aclara que no configuran acceso a los recursos genéticos y sus productos derivados, además de lo dispuesto en el párrafo 1 del Artículo 4 del Decreto 1375 y del párrafo 5 del Artículo 2 del Decreto 1376 de 2013, las actividades señaladas en este artículo, que se realicen sobre los recursos genéticos y productos derivados de especies introducidas en sus formas silvestre, domesticada, cultivada o escapada de domesticación y los de origen humano.

En 2015, se emitió la Ley 1753, Artículo 252 del PND. Primera amnistía para quienes se encuentren realizando o hayan realizado actividades de investigación científica no comercial, o actividades con fines comerciales o industriales que configuren acceso a recursos genéticos y/o productos derivados sin contar con la autorización del MADS. Los investigadores tendrán dos años para solicitar este contrato. Al respecto, persiste la inquietud sobre el número de investigadores con quienes la amnistía podrá conciliar.

En 2017, se emitió la Resolución 1352 que modifica el Artículo 2 de la Resolución 1348, que afirma:

Cuando se pretenda una solicitud de patente para productos o procedimientos obtenidos o desarrollados a partir de recursos genéticos o de sus productos derivados a partir de recursos genéticos o de sus productos derivados, el solicitante deberá presentar ante la oficina nacional competente, copia del contrato de acceso a los recursos genéticos y sus productos derivados, en atención a las disposiciones contempladas en la Decisión Andina 486 de 2000.

En 2019, se aprobó el artículo 6 de la Ley 1955 del PND 2018-2022. Segunda amnistía para quienes hayan realizado acceso a recursos genéticos y productos derivados con fines de bioprospección sin contar con la autorización del MADS.

Actualmente, se encuentra en estudio la ratificación el Protocolo de Nagoya 2014, que consideró como uno de sus objetivos centrales, entre otros:

La participación justa y equitativa entre las partes de los beneficios que se deriven de la utilización de recursos genéticos, así como la relación existente entre el uso de estos recursos y los conocimientos tradicionales asociados a estos, su inseparable naturaleza para las comunidades indígenas y locales, así como la obligatoriedad del consentimiento previo de estas.

En conclusión, este protocolo propende por el beneficio y desarrollo de aquellos pueblos en los que se hace el descubrimiento del que se van a derivar beneficios económicos.

## Problemas de la ciencia básica con la normatividad colombiana sobre actividades en biodiversidad: recomendaciones y propuestas de solución

### Problemas

La normatividad colombiana en biodiversidad ha acorralado a las ciencias básicas sin fines comerciales sobre los recursos genéticos y/o productos derivados de especies silvestres, al obligar la firmar de un contrato de acceso antes de iniciar actividades de investigación.

Este contrato de acceso a recursos genéticos y/o productos derivados se aplica a todas las áreas del conocimiento básico sin fines comerciales, con excepción de sistemática molecular, ecología molecular, evolución y biogeografía —decretos 1375 y 1376 de 2013, Artículo 4, parágrafo 1 y Artículo 2, parágrafo 5, respectivamente—. Sin embargo, en una Resolución posterior del MADS, la 1348 de 2014, se expresa la prohibición tácita de incursión en las dos primeras áreas mencionadas —contradicción en la ley—, al señalar que no se puede hacer investigación básica (la sistemática y la ecología molecular son áreas básicas) sin el contrato mencionado en especies nativas (silvestres, domesticadas, cultivadas o escapadas de domesticación), virus, viroides y similares, y productos derivados de ellas como ADN, ARN, micro y macromoléculas producidas en el metabolismo de los organismos vivos. Resulta confuso cómo pretende la Ley que se estudie sistemática y ecología molecular sin incursionar en el aislamiento de ADN.

Aún más, la reglamentación mencionada, particularmente la Resolución 1348, como se mencionó en la tercera sección de este capítulo, impide a los investigadores colombianos el trabajo investigativo básico sin fines comerciales, en el que se utilizan las poderosas herramientas de biología molecular y las que se derivan de la revolución de las “ómicas”, que permiten el conocimiento básico del genoma, proteoma o metaboloma de las especies, al procesar material genético como ADN y ARN, proteínas, enzimas, micro o macromoléculas. Con la secuenciación de genes y posterior aplicación de la bioinformática, se pueden analizar cantidades muy grandes de información para conocer en menor tiempo y con gran exactitud la taxonomía de las especies. También en la

genómica funcional se están haciendo estudios claves para optimizar las estrategias y planes de conservación y manejo de los recursos biológicos ya que la variación genética de las especies tiene efecto directo sobre su habilidad para responder a los cambios ambientales a través de la adaptación —resiliencia—.

La generación de modelos tridimensionales que permiten predecir la estructura y función de las proteínas para entender las interacciones gen-actividad biológica (por ejemplo enfermedad) y otras muchas (conocimiento básico sin fines comerciales, en sus inicios, pero con el potencial de convertirse en ciencia aplicada posteriormente), y el valioso aporte del conocimiento básico sin fines comerciales, sobre las rutas biogénéticas en las especies, las cuales se pueden convertir en puntos claves para la producción sostenible de los bioproductos —últimas etapas del proceso de bioprospección—, a los cuales se ha comprometido el país en el PND 2018-2022, trabajo por alcanzar una bioeconomía sostenible.

Otro tema importante de considerar es la ciencia básica que debe hacerse en la etapa inicial de los estudios de microorganismos, que actualmente se concibe como una inmensa riqueza totalmente inexplorada, y que también es obstaculizada por la normatividad mencionada.

Finalmente, es importante anotar que este contrato, que no está diseñado para el ejercicio de actividades científicas básicas sobre los recursos genéticos, impide el desarrollo de la ciencia básica y la tecnología derivada de ella, es ineficaz, enredado, y toma mucho tiempo —uno o varios años—, a pesar de las modificaciones que últimamente ha venido haciendo el MADS en este sentido, con la implementación de contratos marco institucionales para ciencia básica sin fines comerciales.

### Recomendaciones

- Para conocer y proteger prioritariamente la biodiversidad en Colombia es fundamental plantear estrategias investigativas con base en la generación de conocimiento básico.
- Dar herramientas expeditas y eficaces. Realizar los cambios jurídicos que se necesiten para viabilizar la existente PP de Estado en biodiversidad.

- Crear un consejo de expertos que represente idóneamente las distintas áreas de la biodiversidad, de modo que bajo una visión unificada puedan hacerse los cambios que aseguren la soberanía del Estado colombiano en sus recursos vivos y que faciliten las investigaciones científicas en este campo.
- Promover los estudios de ciencia básica que contribuyan a la conservación de la biodiversidad biológica, así como a los estudios básicos previos a la etapa de bioprospección para determinar la utilización sostenible de los recursos genéticos y/o productos derivados.
- Implementar el Artículo 5 del Protocolo de Nagoya, que enfatiza en la participación justa y equitativa de los beneficios derivados de la utilización de conocimientos tradicionales asociados a los recursos genéticos de común acuerdo con las comunidades indígenas y locales poseedoras de dichos conocimientos. En la misma línea, implementar los artículos 8 y 9, que promueven la investigación científica básica.
- Promover la ciencia básica en biodiversidad con el propósito de sentar las bases de una plataforma científica y tecnológica sólida y viable, que alimente los estudios de bioprospección.
- Promover la cooperación internacional para el desarrollo de las capacidades humanas e institucionales, y para potenciar nuestra infraestructura en el desarrollo de investigaciones básicas de frontera en este campo.
- Actualizar permisos de exportación que no están relacionados con la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), esenciales para los trabajos de investigación básica con pares científicos extranjeros. Colombia firmó en 2010, y entró en firme en 2014. Aún no es ley de la Nación, pero lo hará al ratificar este tratado.
- Considerar que, en algunos casos, la biopiratería sucede como consecuencia de la lentitud e ineficacia de los numerosos trámites que deben hacerse durante la consecución de los permisos para acceder a los recursos genéticos y/o productos derivados.

## Propuestas de solución a problemas normativos

### Propuesta n.º 1

Reformar el Decreto 1375 de 2013, Artículo 4, parágrafo 1, por el cual se reglamenta el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad de las colecciones biológicas con fines de investigación científica no comercial, y el Decreto 1376 de 2013, Artículo 2, parágrafo 5, por el cual se reglamentan las investigaciones científicas básicas que se adelantan en el marco de un permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines no comerciales, y aclarar en el parágrafo 2, del Artículo 2 de la Resolución 1348 de 2014, que no configuran acceso a recursos genéticos y/o productos derivados las investigaciones científicas de ciencia básica con fines no comerciales.

### Texto propuesto para modificación de la legislación

Artículo xx. No configuran acceso a recursos genéticos y sus productos derivados las actividades científicas de ciencia básica con fines no comerciales realizadas por instituciones reconocidas por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. Todo proyecto científico o educativo que involucre este tipo de actividades debe ser reportado al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) previo al inicio de su ejecución.

Si en el transcurso de la ejecución de estos proyectos científicos o educativos surgen elementos que permitan transformar esta investigación a una con fines comerciales, se procederá a realizar los trámites pertinentes para la negociación y firma de contrato de acceso a recursos genéticos, como lo expresa la Resolución 1352 de 2017 del MADS.

Parágrafo. Si se llegare a necesitar servicios técnicos de análisis para estas actividades que no configuran acceso a recursos genéticos, el director del proyecto, mediante la institución en la cual se están realizando estas actividades, informará al MADS y con la radicación del oficio podrá movilizar y exportar el material.

Nota. Para viabilizar esta propuesta es valioso considerar el argumento de que la promoción de la ciencia básica es consecuente con los artículos 8 y 9 del Protocolo de Nagoya, aparte “Consideraciones especiales”, el

cual determina que los Estados parte del protocolo elaborarán y aplicarán normas que promuevan la investigación relacionada con la conservación y el uso sostenible de sus componentes.

### Propuesta n.º 2

Modificar la definición adoptada jurídicamente para bioprospección, actualmente definida por el Conpes 3697 de 2011 como: “Exploración sistemática y sostenible de la biodiversidad para identificar y obtener nuevas fuentes de compuestos químicos, genes, proteínas, microorganismos y otros productos que tienen potencial de ser aprovechados comercialmente”.

## Propuestas de solución en problemas con trámites administrativos

### Propuesta n.º 1

A punto de ratificar en la legislación colombiana el Protocolo de Nagoya, podría adoptarse un aparato institucional administrativo ágil y eficaz, que conserve las bondades del actual y modifique las muchas falencias que hacen desgastantes los trámites administrativos.

### Propuesta n.º 2

Creación de la ventanilla única para trámites administrativos de las actividades científicas en biodiversidad en Colombia. Finalmente, teniendo como horizonte el PND 2018-2022, que establece:

Artículo 8º. Conflictos socioambientales en áreas de especial protección ambiental. Las entidades públicas, en el marco de sus funciones podrán celebrar acuerdos con población campesina que habite, ocupe, o realice usos tradicionales en áreas de especial importancia ecológica con el objeto de regularizar las actividades que en ellas se desarrollan, contribuir a la solución de conflictos de uso, ocupación y tenencia en las mencionadas áreas, y mejorar el estado de conservación de estas y de las condiciones de vida de las comunidades campesinas que habiten, ocupen o usen dichas áreas.

Parágrafo 1. Podrán ser sujetos de acuerdos las comunidades de campesinos o pescadores que ocupen o desarrollen actividades dentro de las áreas de especial protección ambiental, quienes para efectos de dichos acuerdos se reconocerán como usuarios, siempre que se encuentren en condición de vulnerabilidad económica, deriven su sustento de la producción directa de los recursos y tengan una relación productiva artesanal o tradicional con el área de especial importancia ecológica.

Artículo 6°. Acceso a recursos genéticos y productos derivados. Las personas naturales o jurídicas, nacionales o extranjeras, que a la entrada en vigencia de la presente Ley hayan realizado o se encuentren realizando actividades de investigación con fines de prospección biológica, que contemple actividades de acceso a recursos genéticos y/o sus productos derivados sin contar con la autorización del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), tendrán dos años a partir de la entrada en vigencia de la presente Ley, para solicitar ante dicha entidad, el Contrato de Acceso a Recursos Genéticos y sus Productos Derivados.

El Ministerio citado podrá otorgar este contrato, aun cuando los especímenes utilizados para las actividades de acceso a recurso genético o sus productos derivados señaladas en el inciso anterior no cuenten con los permisos de colecta. Con base en este contrato el Instituto Alexander Von Humboldt registrará la colección biológica de los especímenes. También registrará por una sola vez, dentro de los dos años siguientes a la entrada en vigencia de la presente Ley, las colecciones biológicas existentes, que no puedan acreditar el material obtenido en el marco de actividades de recolección, de proyectos de investigación científica y/o prácticas docentes universitarias finalizadas, aun cuando estas no acrediten los permisos de colecta.

Desde la radicación de la solicitud y hasta la celebración y perfeccionamiento del Contrato de Acceso a Recursos Genéticos y/o sus Productos Derivados o hasta la denegación del trámite, el solicitante podrá continuar accediendo al recurso genético y/o sus productos derivados.

Parágrafo. Están excluidas de esta normativa, las investigaciones científicas básicas que se adelantan en el marco de un permiso de recolección de especímenes de

especies silvestres de la diversidad biológica con fines no comerciales y que involucren actividades de sistemática molecular, ecología molecular, evolución y biogeografía, realizadas con posterioridad a la entrada en vigencia del Decreto 1076 del 2015.

En el anexo incluimos la visión de la Armada Nacional sobre la formulación de políticas que consideran fundamentales relacionadas con el foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos.

## Referencias

- Carrizosa, J. (2006). La nueva política ambiental. Red Voltaire. Recuperado de [www.voltairenet.org/article143470.html](http://www.voltairenet.org/article143470.html)
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2018a). *Guía metodológica para la elaboración y seguimiento de documentos Conpes*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2018b). *Pacto por Colombia, pacto por la equidad Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022: retos, estrategias y metas*. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/PND-Resumen-2018-2022.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2019). <https://sisconpes.dnp.gov.co/SisCONPESWe>
- Gavilanes, R. (2009). Hacia una nueva definición del concepto “política pública”. *Desafíos*, 20, 149-187.
- Guhl, E. y Leyva, P. (2014). *La gestión ambiental en Colombia, 1994-2014: ¿un esfuerzo insostenible?* Bogotá: Friedrich Ebert Stiftung, Colombia, Fondo Nacional Ambiental y Quinaxi.
- Guimarães, R. (2003). *Esperando a Godot: gobernabilidad, mercados y ética en las políticas ambientales. Gobernabilidad en temas de contaminación*. Montreal: International Human Dimensions Programme.
- Hugh Hecló, H. (1972). Policy analysis. *British Journal of Political Science*, 2(1), 83-108.
- Luque, H. de J. (2011). *Políticas públicas y sus impactos en el Estado colombiano*. Recuperado de <https://www.gestionpolis.com/politicas-publicas-impacto-estado-colombiano/>

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2018). *Metodología general para la elaboración y presentación de estudios ambientales*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2018a). *Informe de seguimiento de políticas públicas ambientales cierre 2017*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Muller, P. (2006). *Las políticas públicas*. J.-F. Jolly y C. Salazar Vargas (Trads.). Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Muñoz-Gaviria, G. A. (2011). Análisis de la política ambiental colombiana en la década 2000-2010. *Semestre Económico*, 14(30), 121-134.
- Oszlak, O. y O'Donnell, G. (2007). *Lecturas sobre el Estado y las políticas públicas: retomando el debate de ayer para fortalecer el actual*. Buenos Aires: Proyecto de Modernización del Estado.
- Parsons, W. (2007). *Políticas públicas. Una introducción a la teoría y a la práctica del análisis de políticas públicas*. Buenos Aires: Edgard Elgar.
- Roth, A. (2007). *Políticas públicas. Formulación, interpretación y evaluación*. Bogotá: Aurora.
- Secretaría Distrital de Planeación. (2017). *Guía para la formulación e implementación de políticas del Distrito*. Bogotá: Secretaría Distrital de Planeación del Distrito Capital.
- SisConpesWeb. (2019). <https://sisconpes.dnp.gov.co/>



SPAIN



# Misiones emblemáticas y propuestas



## Introducción

En un mundo y una época de grandes retos para la razón y el conocimiento, muchos países se han inclinado por movilizar buena parte de sus esfuerzos de investigación y desarrollo tecnológico en el marco de grandes misiones emblemáticas. El ejemplo clásico fue la decisión de los Estados Unidos de poner un hombre en la Luna en un plazo que entonces parecía improbable. La decisión movilizó al Gobierno, a las empresas y a la academia en un esfuerzo coordinado y altamente motivado, que no solo logró el objetivo último, sino que le dio un impulso general a toda la ciencia y la tecnología de esa Nación, lo que generó verdaderas revoluciones en electrónica, computación, ciencias de materiales, comunicaciones y muchas otras áreas que antes parecían inconexas.

En coherencia con lo anterior, la Misión de Sabios propuso crear misiones emblemáticas relacionadas con tres grandes desafíos: Colombia bio, Colombia productiva y Colombia equitativa. Sin embargo, para desarrollar estas misiones no es suficiente enfocarse solo en la producción de conocimiento académico. Es así como la implementación de estrategias desde las bases (*bottom-up*) es importante para generar transformaciones acordes con los diferentes contextos regionales en Colombia. Las capacidades científicas son relevantes para direccionar desafíos y trabajar para cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), sin embargo, se sugiere que estas necesitan ser integradas con el conocimiento, actores y necesidades locales para tener un mayor impacto (Minciencia y Vicepresidencia de la República, 2020).

La Misión Internacional de Sabios 2019 le propone al país enfrentar tres grandes retos con la estrategia de misiones. El primero es el de una Colombia biodiversa que propone identificar, conocer, documentar y aprovechar la

diversidad cultural y natural del país para impulsar la bioeconomía y la economía creativa, así como generar conciencia en los colombianos del valor de su patrimonio e inspirarlos a protegerlo y preservarlo. El valor que se obtenga permitirá al país dejar 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, el aprovechamiento de las tecnologías convergentes e industrias 4.0 y el suministro de productos y servicios sofisticados y con proyección de exportación. El tercer gran reto, Colombia equitativa, busca garantizar que el amplio acceso a educación, salud, servicios básicos y empleo digno se conviertan en la base del desarrollo.

Estas iniciativas son inter y transdisciplinarias, contemplan desarrollos científicos fundamentales y aplicados, su horizonte es de largo plazo, pero se definen etapas y metas específicas a diferentes plazos y con monitoreo permanente. Son ideas audaces e inspiradoras con una dirección clara que apunta al corazón de grandes problemáticas nacionales. Son ambiciosas pero realizables. Ofrecen múltiples soluciones a los problemas y proponen una construcción con gran participación de las poblaciones interesadas. Están previstos algunos mecanismos de gobierno de carácter general que, en su mayoría, dependen del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencia), pero es importante definir las instancias encargadas de articulación entre el nivel de las políticas y el de la ejecución. En este mismo capítulo se presenta un listado, “control de mando”, que sugiere, para cada actividad, qué ministerios deben participar, los responsables, los términos de ejecución y los indicadores de cumplimiento. Así mismo, se definen algunas condiciones previas, necesarias para el éxito de los diferentes emprendimientos.

Por lo tanto, se propuso complementar el enfoque de misiones con principios *bottom-up* de la innovación transformadora (Schot y Steinmueller, 2018). Esto puede ser implementado en las misiones a través de experimentos (pilotos) como semillas para la transformación. Los experimentos pueden ser casos de estudio como los discutidos en el documento base de la Misión Internacional de Sabios 2019 (Minciencia y Vicepresidencia de la República, 2020), liderados por la sociedad civil y pequeños productores, así como proyectos de alta tecnología liderados por empresarios, por ejemplo, la transformación digital. Para que esta tenga lugar es importante que los experimentos estén conectados y coordinados a través de las regiones. El nuevo Ministerio, Minciencia, deberá asumir la responsabilidad de generar estas conexiones entre proyectos de diferentes regiones, coordinando actividades, organizando el aprendizaje a través de las misiones y proyectos, y soportando el entrenamiento en el manejo de proyectos transformadores y la evaluación formativa necesaria. Esto puede ser desarrollado a partir de un programa nacional de experimentación con un fuerte enfoque regional. Para esto, el Ministerio puede trabajar con varias universidades colombianas que han comenzado a explorar principios de la innovación transformadora y con el consorcio de política de innovación transformativa (TIPC), del cual el Gobierno colombiano hace parte. El país no puede crecer ni resolver sus actuales problemáticas sin una innovación que comprenda, aunque no se reduzca, al ámbito tecnológico. La innovación transformativa se plantea como complemento de la tecnológica, de manera que los contextos socioambientales se conviertan en orientadores dinámicos y estratégicos del crecimiento y la competitividad a largo plazo. Se propone una serie de intervenciones para el desarrollo humano de los ciudadanos, el crecimiento económico regional y la competitividad con base en un concepto de innovación multisectorial y multidimensional. El desarrollo de la innovación transformativa 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. Desde esta perspectiva de la innovación, se busca contribuir al avance y logro progresivo de los ODS en Colombia.

La innovación transformativa propone tres estrategias en el marco de un programa nacional y regional para la implementación de los ODS: 1) las iniciativas participativas y empoderadas de abajo hacia arriba (*bottom-up*) son definitivas para producir transformaciones en los diferentes contextos locales o regionales; 2) la evaluación de los proyectos piloto a nivel local es parte del proceso de aprendizaje de las comunidades; 3) el análisis de la relación entre el conocimiento científico y las necesidades sociales puede guiar al sistema de investigación científica, a la vez que contribuye a resolver las necesidades sociales recurrentes.

Cabe preguntar cuál es la importancia de formular misiones emblemáticas, la respuesta puede estar en cuatro razones fundamentales que planteamos a continuación<sup>1</sup>:

- Porque permiten articular el sistema de ciencia, tecnología e innovación (CTI), con iniciativas que van más allá de las propuestas de política de investigación.
- Porque permiten desplegar la misión por el territorio, buscando la complicidad de departamentos y ciudades.
- Porque es necesario hacer visible para la ciudadanía que la misión se traduce en algunas apuestas concretas de país.
- Las iniciativas podrían plantearse en términos de misiones, es decir, de compromisos de país que responden a retos socioeconómicos en un plazo determinado.

El siguiente cuestionamiento podría ser ¿qué son las iniciativas emblemáticas? Lo cual se puede resolver diciendo que involucran y tienen las siguientes características:

- **Impacto.** Alto impacto y gran visibilidad: impacto no implica necesariamente un presupuesto muy alto (depende de la actividad), lo que sí implica es el presupuesto necesario para las actividades necesarias.

---

<sup>1</sup> Un ejemplo reciente de misión emblemática se dio en el Reino Unido, con el nombre UK Industrial Strategy: Use data, Artificial Intelligence and innovation to transform the prevention, early diagnosis and treatment of chronic diseases by 2030.

- Academia. Componente académico y educativo: siempre, aunque algunas se conciben desde ámbitos más “sociales” (por ejemplo, gastronomía, turismo, igualdad, etc.) y menos asociados con las ciencias duras (espacio, biotecnología, etc.).
- Cooperación: capacidad de movilizar/involucrar a numerosos y diversos actores, como universidades, gobiernos, empresas privadas y sociedad civil.
- Largo plazo: colaboración a largo plazo y con vocación de permanencia.
- Regionalización. Expresión sobre el territorio: esta expresión no necesariamente será en forma de inversión en activos físicos, por ejemplo, creación de un nuevo centro de investigación y desarrollo (I+D). Pero sí en actividad y sensación de “copropiedad” de esta.
- Internacionalización. Deben ser relevantes a escala internacional: atractivas fuera de Colombia por su singularidad. Asimismo, deben contar desde el principio con un socio internacional concreto.
- Convergencias: deben (idealmente) poder asociarse con más de un foco temático.

Algunos ejemplos son las biorrefinerías, incubadoras de proyectos de economía naranja de base tecnológica y la plataforma de experimentación oceánica para las investigaciones marinas.

En el contexto de políticas de investigación, desarrollo e innovación (I+D+I), una misión debe ser según Mazzucato (2018):

- Ser audaz e inspiradora, y tener una gran relevancia social: debe generar impacto en la vida cotidiana de una parte importante de la población. La relevancia no necesariamente equivale a popularidad, pero sí debe haber un impacto palpable para la población.
- Tener una dirección clara, con un objetivo medible y limitado en el tiempo: el objetivo específico debe poder formularse de manera binaria o cuantificarse, y debe ser evidente si se ha conseguido o no. Además, necesita un límite de tiempo claro dentro del cual debe poder alcanzarse.
- Ser un logro de investigación e innovación ambiciosa pero realizable: los objetivos de la misión deben establecerse de manera ambiciosa

(es necesario asumir riesgos), y debe contemplar actividades de investigación e innovación en toda la cadena de innovación (incluyendo los efectos de retroalimentación entre la investigación básica y la aplicada). Los objetivos ambiciosos garantizarán que los investigadores e innovadores tengan el desafío de lograr lo que de otro modo no se intentaría (efecto de “adicionalidad” en la investigación).

- Motivar la innovación interdisciplinaria, transversal y actual: las misiones deben enmarcarse de tal manera que generen actividad en múltiples disciplinas científicas (incluidas las ciencias sociales y las humanidades), entre diferentes sectores industriales (por ejemplo, transporte, nutrición, salud o servicios) y entre diferentes tipos de actores (públicos, privados, del tercer sector, organizaciones de la sociedad civil). Es necesario elegir misiones para abordar desafíos claros que estimulen al sector privado a invertir donde no hubiera invertido de otro modo (“adicionalidad” en los negocios).
- Tener múltiples soluciones posibles que se construyan de abajo hacia arriba: las misiones no deben lograrse mediante una única ruta de desarrollo o una sola tecnología. Deben estar abiertas a ser abordadas por diferentes tipos de soluciones. Así, la trayectoria para alcanzar el resultado debe basarse en un enfoque ascendente de múltiples soluciones.

En un escenario de 10 a 15 años es relevante, en primera instancia, considerar las políticas nacionales y los compromisos internacionales suscritos respecto a los océanos, los humedales y la diversidad biológica marino-costera, oceánica y continental, teniendo en cuenta los acuerdos bajo el auspicio de las Naciones Unidas para la Década de los Océanos.

Es válido resaltar que Colciencias (ahora Minciencias), dentro del Programa Nacional de CTI en Ciencias del Mar y Recursos Hidrobiológicos, Líneas de Investigación Priorizadas Plan Estratégico 2020-2030, en septiembre del 2019 estableció 24 líneas de investigación, por lo que la labor del foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos parece perder su valía, máxime cuando fue Colciencias quien lideró y acompañó el

proceso de la Misión de Sabios que se suponía era una apuesta 2020-2035 (tabla 12). A pesar de lo anterior, el foco temático propone una serie de misiones emblemáticas que buscan dar cumplimiento a su objetivo y que responden al diagnóstico realizado en el presente documento (tabla 13).

**Tabla 12.** Líneas de investigación priorizadas. Plan Estratégico 2020-2030

n.º	Línea de investigación
1	Conservación de la biodiversidad marina.
2	Efectos del cambio climático: aumento del nivel del mar, acidificación de los océanos, cambios en los patrones de circulación oceánica, desoxigenación de los océanos.
3	Caracterización de la biodiversidad.
4	Impacto de las actividades humanas en las zonas marinas, costeras y fluviales.
5	Ecosistemas marinos y costeros: costas rocosas, playas arenosas, lagunas costeras, sumideros de carbono azul, estuarios y deltas, manglares, praderas de pastos marinos, arrecifes de coral, fondos marinos sedimentarios, sistemas neríticos, oceánicos y profundos.
6	Gestión sostenible de los recursos hidrobiológicos y de los servicios de los ecosistemas.
7	Pérdida de biodiversidad y sobreexplotación de los recursos hidrobiológicos.
8	Ecosistemas continentales: ríos, lagos, pantanos, áreas subterráneas y embalses.
9	Planificación especial marina y gestión costera y marina.
10	Organización dinámica y resiliencia de los ecosistemas.
11	Dinámica y conectividad de la población.
12	Bioeconomía.
13	Oceanografía biológica.
14	Monitoreo de la calidad de aguas (sensores, indicadores de cambio en la calidad del agua y del suelo).
15	Gestión de los ecosistemas productivos de la pesca industrial y de baja escala.

n.º	Línea de investigación
16	Caracterización y actualización del ecosistema marino-costero.
17	Gestión y conservación de los ecosistemas y sus servicios para un desarrollo con bajas emisiones de carbono y resiliencia al clima.
18	Historias de vida, ciclos de vida y comportamiento de especies clave, estructurales, focales y comerciales.
19	Indicadores de salud de los ecosistemas. Monitoreo del estado del hábitat y de los ecosistemas.
20	Generación de energía alternativa a través de flujos hídricos marinos y fluviales: energía osmótica; energía térmica; energía mareomotriz; energía undimotriz; energía hidrocínética y energía solar flotante.
21	Especies invasoras.
22	Disponibilidad y gestión de los recursos hídricos.
23	Impacto del cambio climático en el ciclo biológico.
24	Modelos y predicciones acoplados de la atmósfera oceánica.

Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y Vicepresidencia de la República, 2019.

**Tabla 13.** Proyectos emblemáticos propuestos por el foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos

n.º	Proyecto
1	Generar propuestas metodológicas y de contenido para lograr una educación en las ciencias naturales y las matemáticas, moderna e incluyente, apoyada en un esquema de formación tecnológica e investigativa participativa en los colegios y centros de formación.
2	Impulsar la transformación cultural e investigativa de las nuevas generaciones colombianas.
3	Fortalecer el recurso humano a nivel local y regional en temas ambientales, de las ciencias del mar y la limnología.
4	Incorporar investigadores doctorales extranjeros a la solución de problemas científicos de océanos y recursos hidrobiológicos colombianos.
5	Ampliar las bases del conocimiento de la biodiversidad continental y marina.
6	Inventariar, conocer, monitorear y actualizar los recursos hídricos y su calidad.
7	Impulsar una política de datos abiertos.
8	Fortalecer la infraestructura instalada para el monitoreo de la atmósfera, hidrósfera y geósfera: incluyendo los mecanismos de uso, lo que implica definir: 1) las bases fundamentales para la creación de la Política Nacional de Uso de Buques Blancos; 2) renovar y fortalecer 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; y 3) fortalecer el sistema de museos y colecciones biológicas.
9	Profundizar en el conocimiento ancestral de los pueblos del mar y sus diferentes interacciones con la naturaleza y los recursos vivos en general, en aras de su conservación y uso respetuoso a través de los siglos.

Cumpliendo con lo descrito sobre el por qué y cómo de las misiones emblemáticas, en la figura 26 se muestra cómo se relacionan las propuestas misionales de la tabla 13 con los restantes focos temáticos de la Misión de Sabios.



**Figura 26.** Misiones emblemáticas definidas por la Misión Internacional de Sabios, donde se insertan y correlacionan los diferentes proyectos emblemáticos de cada foco temático

# Misión emblemática: el agua soporte de la vida y de la biodiversidad

*Francisco de Paula Gutiérrez Bonilla  
Andrés Franco Herrera  
Germán Poveda Jaramillo*

## Introducción

Hablar de recursos hidrobiológicos (RH) o recursos acuáticos (RA) marino-costeros, insulares y continentales (en adelante RHMCIC) sin hacer referencia específica a los ecosistemas en donde están y al agua, considerando solamente la biodiversidad y su importancia bien como soporte alimentario, actividad socioeconómica comunitaria, artesanal, industrial o investigativa, o como servicios culturales, espirituales o estéticos, no cobra ningún sentido, pues según Millennium Ecosystem Assessment (2005), aproximadamente el 60% (15 de 24) de los servicios de los ecosistemas examinados (con inclusión del 70% de los servicios de regulación y culturales) están siendo degradados o se están utilizando de manera insostenible. De ahí que los análisis permiten afirmar que en los últimos cincuenta años los servicios que han sido degradados incluyen la pesca de captura continental y marina, el suministro de agua, la resiliencia afectada por la acumulación de vertimientos, la eutrofización y la acumulación de desechos sólidos, lo que ha elevado los costos de purificación del agua y ha disminuido la protección contra los riesgos naturales, la regulación de la calidad del aire, la regulación regional y local del clima, la regulación de la erosión, la satisfacción espiritual y el placer estético. Dos servicios ecosistémicos, la pesca de captura y el agua dulce, están muy por encima de los niveles en los que pueden ser sostenibles, con respecto a la demanda actual y futura, lo que se refleja en que de los quince servicios

ecosistémicos que se han degradado, solo cuatro han mejorado, y tres de ellos están relacionados con la producción alimentaria: los cultivos, la ganadería y la acuicultura. De hecho, normalmente las políticas sobre los recursos hídricos desestiman la biodiversidad contenida en los ecosistemas acuáticos, por lo cual debe ser considerada en otras políticas.

La abundancia de iniciativas mundiales de agua dio lugar a varias llamadas a la acción desde la primera convocatoria de una gestión más integrada de los recursos hídricos en Mar del Plata en 1990, que se puso como meta diez años para solucionar el problema, pero poco se logró. Posteriormente, vino el reconocimiento posterior de nuevas dimensiones como el valor económico del agua en Dublín (1992), valor ambiental en la Conferencia de Río (1992) y valor social y derechos humanos en la Conferencia de la Asamblea de las Naciones Unidas (2000). Más recientemente, varios foros y organizaciones, incluidas Global Water Partnership (GWP, 2003; UN/World Water, 2018) y Naciones Unidas, han exigido una mejor gestión del agua e integración de políticas, basados en el concepto que plantean Van Hofwegen y Jaspers (1999), que define gestión de los servicios sostenibles de agua como: “El proceso de decisión en el desarrollo y gestión de los recursos hídricos para los diversos usos, teniendo en cuenta las necesidades y aspiraciones de los diferentes usuarios y partes interesadas”.

El agua en el planeta es un recurso finito —1400 millones de km<sup>3</sup>, no hay más— y de ello depende la vida como hasta ahora la conocemos. De manera contraria a lo que se expresa en muchos textos y normas, el agua no es un recurso natural renovable, es más acertado pensar que es un *recurso natural recuperable*, que a escala global, regional, local y nacional está en niveles muy altos de aprovechamiento y contaminación (UN/World Water, 2015; WHO y Unicef, 2017), lo que degrada la oferta ecosistémica.

La demanda mundial de agua ha ido aumentando a un ritmo del 1% anual, aproximadamente, en función del aumento de población, el desarrollo económico y los cambios en los patrones de consumo, entre otros factores, y seguirá creciendo de manera significativa en las dos próximas décadas. La demanda industrial y doméstica de agua aumentará mucho más rápidamente que la agrícola, aunque este sector seguirá siendo el

principal consumidor de agua en el mundo. La gran mayoría de la creciente demanda de agua se producirá en países con economías emergentes o en desarrollo (WHO y Unicef, 2017). Esta competencia aumenta el riesgo de conflictos localizados y conlleva decisiones cada vez más difíciles en lo que respecta a la asignación de los recursos y la expansión de sectores cruciales para el desarrollo sostenible. El nexo agua-alimentos-energía plantea decisiones políticas difíciles, y gestionar cada sector, tanto por separado como conjuntamente, implica hacer concesiones (WWAP, 2009; 2014; 2017).

De las 263 cuencas transfronterizas del mundo, 158 carecen de cualquier tipo de marco de gestión cooperativa. De las 105 cuencas hidrográficas con instituciones hídricas, aproximadamente las dos terceras partes incluyen a tres o más estados ribereños y, sin embargo, menos del 20% de los acuerdos que las acompañan son multilaterales (UNEP, 2002). Esto se verá agravado por el cambio climático que exacerbará los riesgos asociados con variaciones en la distribución y disponibilidad de los recursos hídricos.

Las aguas subterráneas abastecen de agua potable por lo menos al 50% de la población mundial y representan el 43% de toda el agua utilizada para el riego (FAO, 2010). A nivel mundial, 2500 millones de personas dependen exclusivamente de los recursos de aguas subterráneas para satisfacer sus necesidades básicas diarias (Unesco, 2012), con el estimado de que el 20% de los acuíferos mundiales están siendo sobreexplotados (Gleeson *et al.*, 2012), lo que va a tener graves consecuencias, como el hundimiento del suelo y la intrusión de agua salada en los ríos (USGS, 2013).

La disponibilidad de agua se enfrenta a las presiones de la contaminación, se espera que la eutrofización de las aguas superficiales y de las zonas costeras aumente en casi todo el mundo hasta 2030 (Undesa, 2013). A nivel mundial, el número de lagos con floraciones de algas nocivas aumentará por lo menos el 20% hasta 2050 (Undesa, 2013).

Por otra parte, el agua, además de ser el recurso fundamental para la vida y para la dinámica hidroclimática del planeta, también debe ser entendida desde la perspectiva de los riesgos y las amenazas a la sociedad. Tal condición se manifiesta durante los eventos hidrometeorológicos

extremos: tormentas intensas, huracanes, deslizamientos, flujos de lodos, crecientes en los ríos, inundaciones de llanuras aluviales, etc., los cuales causan muertes (humanas y animales) y cuantiosas pérdidas socioeconómicas debido a la destrucción de infraestructura, cultivos agrícolas y cobertura de bosques, interrupción de servicios públicos esenciales, efectos secundarios en la salud humana, refugiados climáticos, etc. En el otro extremo están las sequías hidrológicas, meteorológicas y agrícolas, las cuales también causan estragos y problemas en el suministro de agua para consumo doméstico, industrial, comercial y ganadero, grandes pérdidas a la agricultura, la ganadería, la piscicultura, la navegación fluvial, así como graves impactos a la salud humana (enfermedades transmitidas por vectores, zoonosis, por el agua, cardiorrespiratorias, etc.), problemas a la producción de energía hidroeléctrica, etc.

Las demandas en competencia entre sí aumentan el riesgo de conflictos localizados y conllevarán decisiones cada vez más difíciles en lo que respecta a la asignación de los recursos y a limitar la expansión de sectores cruciales para el desarrollo sostenible.

La gestión pública del agua es un área que debe tener una constante expansión de investigación y sapiencia, debido a la creciente preocupación por la crisis global del recurso (Gupta, Pouw, y Ros-Tonen, 2015). Por eso la gobernanza se ha definido como una forma de gestionar colectivamente las relaciones sociales para definir o asignar posibles recursos (Patsy, 1997; Kooiman, 2003) entre actores públicos o privados para obtener ganancias mutuas y manejar posibles conflictos. Cabe resaltar que esfuerzo se explica como la interacción entre los procesos empíricos y el requerimiento de ejercer la responsabilidad social en la toma de decisiones para cumplir con la premisa de que el agua es un recurso vital para el ser humano.

La emergencia de la gobernanza apareció como una posible superación de los problemas detectados tanto en la planificación o dirección jerárquica como en la implementación de la(s) política(s), en donde se focaliza en dar mayor consideración a los destinatarios de estas y de los programas relacionados, argumentando que la mayor o menor receptividad de la política por los sujetos involucrados influía en su efectividad (Hajer y Wagenaar, 2003), dado que ellos son quienes pueden tener un

grado mayor de conocimiento de los problemas que los aquejan (Healey, 2006), y pueden, por tanto, aportar soluciones viables. Esto remplazaba la visión de una élite político-administrativa relativamente homogénea y centralizada (Kenis y Schneider, 1991; Marks y Hooghe, 2004).

A pesar de la gestión, los procesos de gobierno generalmente involucran gran número de jugadores clave con diferentes habilidades, valores y preferencias. Estos jugadores representan diversos intereses en la gestión de los recursos naturales (Bandura, 1977). Sin embargo, cuando se habla de *gobernanza hídrica* en círculos académicos y de políticas, los expertos en agua piden una mayor atención a la dinámica de poder, la respuesta a los problemas de justicia social que han quedado fuera de muchos de los debates principales (Portes, 1998; Norman, Bakker, y Cook, 2012; Perreault, 2014; Norman, Cook y Cohen, 2015; Wilder e Ingram, 2015).

Como resultado de los diversos diagnósticos globales, son innumerables las iniciativas implementadas en diferentes países para conservar y valorar la biodiversidad —incluidos los RHMCI—, con el propósito de prevenir y controlar su acelerada pérdida, transformación y fragmentación de los hábitats, así como para reducir y mitigar los impactos negativos que se generan sobre la calidad de vida y la salud de los ecosistemas.

## Contexto y justificación

Colombia es un país con excepcional riqueza y diversidad natural y cultural. Esta ha sido la base sobre la cual la Nación y sus regiones han construido sus estrategias de desarrollo. Los recursos naturales —los suelos, las aguas, los bosques, los RHMCI, los minerales, los hidrocarburos, el paisaje, etc.— han sido utilizados y aprovechados para generar crecimiento económico y bienestar social. Si bien es cierto que un mayor crecimiento económico ha contribuido de manera significativa a mejorar el ingreso y el bienestar de los colombianos en las últimas décadas, este también ha estado acompañado por un marcado deterioro ambiental y la acentuación de problemas como la deforestación, la pérdida de biodiversidad y la contaminación del agua y del aire.

Así sigamos siendo uno de los países con más abundancia hídrica, en las zonas con mayor población el recurso es más escaso y con menor calidad, ante lo cual Colombia se encuentra en un riesgo medio en su periferia, y entre medio y alto en las cordilleras, lo que permite afirmar que tenemos una Colombia seca y poblada, bordeada por una Colombia húmeda y despoblada.

Siempre se ha tenido la idea, no del todo cierta, de que el país es una de las potencias hídricas del mundo, y durante mucho tiempo fue considerado el sexto país con más agua, pero según The Global Risks Report (2018), un análisis sobre la abundancia del recurso, su calidad y disponibilidad para la población, el país cayó 18 puestos y terminó en el lugar 24. Aun así, cuenta con un rendimiento hídrico promedio que equivale a seis veces el promedio mundial y a tres veces el de Latinoamérica; además, cuenta con reservas de aguas subterráneas que triplican esta oferta y se distribuyen en el 74 % del territorio nacional. Sin embargo, la distribución del agua es desigual para las diferentes áreas hidrográficas (Ideam, 2014), lo que ha generado conflictos socioambientales que permiten cuestionar la gobernabilidad del agua desde un amplio rango de perspectivas disciplinarias (Huitema *et al.*, 2009).

Las cinco áreas hidrográficas en que se divide el país: Caribe, Pacífico, Magdalena-Cauca, Orinoco y Amazonas, además de las 41 zonas hidrográficas, 316 subzonas hidrográficas y un volumen total anual de precipitación de 3267 km<sup>3</sup> —del cual 62 % se convierte en escorrentía superficial, equivalente a un caudal medio de 63 789 m<sup>3</sup>/s, correspondiente a un volumen de 2025 km<sup>3</sup> al año (Ideam, 2014)— son índices satisfactorios en cuanto a recursos hídricos continentales. Además, debe sumarse la jurisdicción marina que, desde la perspectiva biogeográfica, diferencia la región del Atlántico Tropical y la del Pacífico Este Tropical, dentro de las cuales se encuentran tres provincias: Océano Pacífico Tropical, Mar Caribe y la Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (Invemar, 2013), lo que constituye una alta biodiversidad, que permite ser reconocidos como un país megadiverso.

Que el agua sea abundante no significa que llegue por igual a todos sus pobladores. Los ríos, aunque se extienden como telarañas por todo

el territorio, han sido contaminados y con el cambio climático los patrones de precipitación cada vez son más impredecibles y extremos. De hecho, el *Informe Nacional del Agua* (Ideam, 2014) muestra que en las cuencas Magdalena-Cauca y Caribe, donde vive el 80% de la población y se produce 80% del PIB nacional, solo está disponible el 21% de la oferta hídrica superficial.

Hablar de “seguridad hídrica” significa considerar tres factores. El primero es la disponibilidad de agua suficiente para el abastecimiento humano, las actividades productivas y la protección de ecosistemas; el segundo es la capacidad para manejar este recurso de forma sostenible y con participación de los sectores que la usan; y tercero, mantener un nivel de riesgo que sea aceptable para los habitantes, la economía y el ambiente. Si esto no sucede, un recurso que se cree abundante también se agota, como muchas veces ocurre en Colombia, donde solo hay agua en buenas condiciones para un número muy reducido de la población.

El reto para Colombia es enorme pues universalizar el acceso al agua potable en los próximos diez años le costará al país 62 billones de pesos (cerca de 20 millones de dólares), pero hacen falta 16 billones, y si no se cubre ese déficit es poco probable que se cumpla con el objetivo 6 de los ODS: agua limpia y saneamiento. Lograrlo implicaría doblar los presupuestos del Sistema Nacional Ambiental (SINA) y del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, pero eso es algo casi imposible de alcanzar dado el presupuesto actual del país (Paz Cardona, 2019). Pero, además del dinero, se debe fortalecer la información, en especial en el tema de saneamiento. Según lo consignan los diagnósticos en su totalidad, persisten las deficiencias de información y monitoreo para las aguas generadas, tratadas y vertidas. Tampoco se tienen estadísticas e información base sobre la infraestructura hidráulica (embalses, plantas de tratamiento de aguas residuales, plantas potabilizadoras, agua en bloque, distritos de riego, etc.).

La zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia que visualiza el territorio en áreas, zonas y subzonas hidrográficas, a partir de la delimitación, distribución y jerarquización de las cuencas, al estar definidas 40 zonas hidrográficas, de las cuales cuentan con información cartográfica espacializable 38, que sirvan para priorizar

acciones (Ideam, 2013), facilita la gestión del recurso hídrico y la integración de las variables incorporadas y analizadas en el Sistema de Información de Recurso Hídrico (SIRH) y en el Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC). Esta es la base para que el Sistema de Información de Calidad Ambiental (SIAC) (Ideam, 2019) establezca en los ríos y mares colombianos las cargas contaminantes que reciben y transportan, a partir del agua que utilizan los diferentes procesos socioeconómicos y vertidas mayoritariamente sin tratamiento previo; además, son los receptores de altos volúmenes de sedimentos originados por procesos de erosión, bien sea de origen natural o por acción antrópica. Estas acciones se incrementan diariamente, debido al crecimiento de la población y de las actividades económicas, lo que hace necesarios un monitoreo y control constantes que permitan tomar las acciones necesarias para abordar esta problemática con el propósito de disminuir su impacto en los procesos naturales y sociales, especialmente en la salud humana, dado que la bioacumulación y la biomagnificación de elementos y compuestos incorporados en la cadena trófica resultan luego manifiestas en enfermedades y pandemias, incluida la biodiversidad que es objeto de consumo.

Por otra parte, es sabido que Colombia lidera la clasificación de América Latina y el Caribe en cuanto a pérdidas y daños (por cada 100 mil habitantes), por eventos hidrometeorológicos extremos durante el período [1999-2013]. Esto hace necesario avanzar en el conocimiento científico de los eventos hidrometeorológicos extremos: tormentas intensas, sistemas convectivos de mesoescala, crecidas e inundaciones y caudales máximos en los ríos, pero también sobre sequías prolongadas. Esto tiene implicaciones en todos los sectores de la sociedad, así como en los planes de adaptación al cambio climático y en todos los aspectos de gestión territorial y de los recursos naturales.

No es difícil concluir que en Colombia no hay elementos suficientes para evaluar con seriedad las condiciones de sostenibilidad del recurso hídrico, de los recursos hidrobiológicos y de los ecosistemas interrelacionados con estos elementos. También es fácil concluir que todavía no se tienen elementos suficientes para garantizar que los procesos de planificación y gestión de estos recursos conduzcan a su sostenibilidad. El deterioro de

las fuentes de agua naturales y la destrucción de las áreas boscosas, que favorecen la regulación de los caudales en las corrientes, constituyen problemas centrales para la conservación de los hábitats acuáticos y para garantizar la disponibilidad del recurso hídrico de buena calidad.

El acceso al agua potable en Colombia, como en muchos países en vías de desarrollo, es aún un problema sin resolver. Es alarmante saber que alrededor del 80% de la morbilidad y más de una tercera parte de la mortalidad en los países en vías de desarrollo están relacionados con el consumo de agua. El caso de Colombia precisa acciones e intervenciones urgentes, dado que aún con los avances de la ciencia, la ingeniería y la tecnología, y con los recursos que en los últimos años se han invertido para abastecimiento de agua y saneamiento básico, hay cifras alarmantes sobre el número de comunidades con problemas de abastecimiento de agua para consumo doméstico, así como la baja cobertura de saneamiento básico en pequeñas poblaciones y en zonas rurales.

Los problemas de abastecimiento de agua son más frecuentes en regiones áridas o semiáridas con un déficit hídrico durante casi todo el año, pero la contaminación de las fuentes de agua con aguas residuales y servidas reduce la disponibilidad de fuentes para agua potable y dificulta su potabilización. Es sorprendente que se tengan problemas de abastecimiento en zonas altamente lluviosas y en poblaciones en las riberas de grandes ríos.

Esta realidad denota un problema fundamental en las regiones donde sistemáticamente se han implementado obras de infraestructura, tecnologías y/o estructuras organizacionales inapropiadas para los contextos geográficos, físicos, sociales, culturales, económicos y ambientales locales en las distintas regiones del país. En esta problemática convergen problemas de sostenibilidad de diferente índole, tales como:

- Problemas de carácter social, institucional, organizativo y administrativo: falta de conciencia y pertenencia; carencia de educación; mitos y obstáculos culturales; normatividad rígida e inadecuada para las condiciones locales; corrupción que convierte el agua en un instrumento para la politiquería o en una herramienta de poder local; organización y administración del sistema ajenas a las formas organizativas locales.

- Problemas de sostenibilidad económica: sobrecostos por corrupción o por mala ingeniería (otra forma de corrupción); dificultades de pago, poca disposición a pagar por baja valoración del servicio; relación inadecuada entre los ingresos familiares y la suma requerida para el pago del servicio; precariedad de condiciones en la economía local (autoabastecimiento, de subsistencia o incluso pobreza extrema).
- Problemas de sostenibilidad tecnológica: soluciones tecnológicas inadecuadas al medio geográfico y cultural; falta de apropiación o adaptación a las condiciones del entorno local y a la comunidad; estrategia energética inadecuada no sostenible; capacidad tecnológica reducida para realizar adecuadamente la operación y el mantenimiento (algunas de estas no son soluciones, sino tecnologías inútiles).

Ante este panorama, es necesario que se aplique la propuesta de jerarquización de las intervenciones propuesto en el *Manual de compensaciones por pérdida de biodiversidad en ecosistemas acuáticos* (MADS y ANLA, 2014), el cual establece un orden, en el que en primera instancia las acciones deberán procurar el mantenimiento o mejoramiento del flujo hídrico; luego la hidráulica o conectividad de los ecosistemas; posteriormente el mejoramiento de las condiciones biogeoquímicas del recurso hídrico (calidad del agua); y, en última instancia, aquellas que mejoren las condiciones biológicas en el área, como consecuencia de las tres anteriores.

Los niveles jerárquicos propuestos deben considerarse en estricto orden, en el entendido que, una vez restituido o garantizado el flujo hídrico, las demás acciones a desarrollar en los siguientes órdenes o niveles, tendrán mayor factibilidad de alcanzar los objetivos de la compensación o la no pérdida neta de biodiversidad. De la misma forma, y siguiendo el orden sugerido, se deben abordar las etapas subsiguientes. En resumen, sería poco eficiente intervenir en las condiciones biológicas o de calidad del agua si las actividades para garantizar el flujo hídrico y la conectividad hidráulica del sistema no han sido instauradas/restablecidas previamente. No seguir estas indicaciones es lo que está afectando la biodiversidad, sobre todo continental, debido a la impensada puesta en marcha de proyectos sobre las cuencas hidrográficas.

Respecto al primer nivel, flujo hídrico, las acciones deberán orientarse a garantizar, mejorar o recuperar el buen estado de un ecosistema dulceacuícola respecto a la hidrología (flujo) y a las funciones que cumple (servicios ecosistémicos), así como al aseguramiento de un caudal ambiental que permita el desarrollo de las comunidades bióticas en el área. En este nivel también se debe considerar la conectividad del ciclo hidrológico en las cuencas hidrográficas, dado que la escorrentía y los caudales de los ríos dependen a su vez de la lluvia, la evapotranspiración, la humedad del suelo, la infiltración, el aporte de las aguas subterráneas, el transporte de vapor de agua por los vientos, y la vegetación.

En el segundo nivel, mantenimiento/mejoramiento del sistema hidráulico y la conectividad de los ecosistemas dulceacuícolas, las acciones deberán garantizar movimientos activos, pasivos y de transferencia de agua, energía, nutrientes y sedimentos, entre otros, buscando mantener las relaciones ecológicas e hidráulicas entre los ecosistemas lóticos y lénticos, y de los mismos ecosistemas terrestres beneficiados —bosques riparios, inundables, meandros, ciénagas por la conectividad (lateral y longitudinal)— y el flujo hídrico. En este nivel es fundamental mantener la integridad de los vínculos de doble vía entre el bosque natural y la oferta natural de agua, y por eso es necesario entender los efectos hidrológicos, climáticos y ecológicos de la deforestación en Colombia.

En relación con el tercer nivel, que se ocupa de las condiciones biogeoquímicas, las actividades deben dirigirse a mejorar/restablecer y mantener las condiciones de calidad del agua buscando la eliminación, tratamiento y disposición final adecuados de residuos líquidos y sólidos a los ecosistemas y sus RHMIC, de cualquier fuente en el área de influencia del proyecto, obra o actividad.

Finalmente, en el cuarto nivel, condiciones biológicas, una vez restablecidas las condiciones de flujo, conectividad y calidad del agua, las actividades en este nivel se deben dirigir hacia el mejoramiento de procesos ecológicos, poblaciones y comunidades de organismos. Las acciones podrán estar basadas en la adición de especies (plantas, animales o microorganismos) o materiales ambientalmente adecuados (fertilizantes, materia orgánica, etc.).

Además del enfoque del agua como recurso es necesario entender, modelar y predecir el agua como factor de riesgo y amenaza a la sociedad. Las condiciones extremas durante excesos y déficits deben ser enfrentadas con conocimiento científico de punta. Los planes de adaptación al cambio climático también requieren ese conocimiento. Tanto las tormentas intensas que causan deslizamientos, avalanchas e inundaciones en los ríos, como los períodos de sequía, deben ser involucrados en los planes de ocupación y gestión del territorio. Los efectos de la deforestación sobre ambos tipos de extremos hidrometeorológicos deben ser estudiados a fondo.

Para efectos del objetivo de esta misión emblemática, que debería denominarse acción emblemática institucional, todo lo que propone se corresponde con marcos normativos y políticas existentes, donde se presentan débiles la gestión y el manejo por parte de las autoridades ambientales encargadas del recurso hídrico y de los RHMCIIC.

Solo a manera de reflexión, se tienen políticas nacionales y signados convenios multilaterales, entre estos, la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), Ley 17 de 1981; el Código de Conducta de la Pesca Responsable (1995); el Convenio sobre Diversidad Biológica, Ley 165 de 1994; la Política Nacional de Biodiversidad (1996); la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional, especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas, Convención Ramsar, Ley 357 de 1997; el Protocolo Relativo a las Áreas y Flora y Fauna Silvestres Especialmente Protegidas de la Región del Gran Caribe (SPAOW), Ley 356 de 1997; la Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia (2001); la Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las Zonas Costeras e Insulares de Colombia (2002); la Política Nacional del Océano y de los Espacios Costeros (2007); el Plan Hídrico Nacional 2010-2022; la Política para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (2010); la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (2012), en donde textualmente se consigna que: “En cuanto a los recursos hidrobiológicos, se destaca que el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible no tiene una línea de acción, ni una base de información clara, sobre estos recursos”; el Estudio Nacional de Agua (Ideam, 2014) y su

actualización al 2018; y el Programa Nacional de Monitoreo del Recurso Hídrico (PNMRH). Esto significa, con base en la normatividad –Código de los Recursos Naturales y Protección del Ambiente (Decreto Ley 2811 de 1974), Decreto 1681 (Reglamentario en Materia de Recursos Hidrobiológicos) y Ley 99 de 1993 (Sistema Nacional Ambiental)—, que existen responsabilidades institucionales muy claras frente a los diagnósticos institucionales, planteados desde la instauración del SINA, hace 25 años, por lo que muchas de las medidas preventivas y de protección deberían estar implementadas y resueltas.

Solo a manera de reflexión, basta con analizar la obligatoriedad que tenía Colombia, cuando se comprometió a implementar las Metas de Aichi formuladas en 2010 en la 10ª Conferencia de las Partes (COP) del Convenio de Diversidad Biológica, que definió un nuevo plan estratégico con cinco objetivos y veinte metas, entre las cuales son de resaltar las siguientes, respecto a los RHMCI, y cuyo cumplimiento deberá ser evaluado por los lectores y por el diagnóstico producido por el foco temático:

- Para 2020, se habrá reducido por lo menos a la mitad y, donde resulte factible, se habrá reducido hasta un valor cercano a cero, el ritmo de pérdida de todos los hábitats naturales, incluidos los bosques, y se habrá reducido de manera significativa la degradación y fragmentación.
- Para 2020, todas las reservas de peces, invertebrados y plantas acuáticas se gestionarán y cultivarán de manera sostenible, lícita y aplicando enfoques basados en los ecosistemas, de manera tal que se evite la pesca excesiva, se establezcan planes y medidas de recuperación para todas las especies agotadas, se evite que las actividades pesqueras tengan impactos perjudiciales importantes en las especies amenazadas y en los ecosistemas vulnerables, y se procure que el impacto de la actividad pesquera en las reservas, especies y ecosistemas se encuentre dentro de límites ecológicos seguros.
- Para 2020, las zonas destinadas a agricultura, acuicultura y silvicultura se gestionarán de manera sostenible, para garantizar la conservación de la diversidad biológica.

- Para 2020, se habrá llevado la contaminación, incluida aquella producida por exceso de nutrientes, a niveles que no resulten perjudiciales para el funcionamiento de los ecosistemas y para la diversidad biológica.
- Para 2020, se habrán identificado y priorizado las especies exóticas invasoras y vías de introducción, se habrán controlado o erradicado las especies prioritarias, y se habrán establecido medidas para gestionar las vías de introducción con el propósito de evitar su introducción y establecimiento.
- Para 2015, se habrán reducido al mínimo las múltiples presiones antropógenas sobre los arrecifes de coral y otros ecosistemas vulnerables afectados por el cambio climático o la acidificación de los océanos, con el propósito de mantener su integridad y funcionamiento.
- Para 2020, al menos el 17% de las zonas terrestres y de las aguas interiores, y el 10% de las zonas marinas y costeras, especialmente las que revisten particular importancia para la diversidad biológica y los servicios de los ecosistemas, se habrán conservado por medio de sistemas de áreas protegidas administrados de manera eficaz y equitativa, ecológicamente representativos y bien conectados, y de otras medidas de conservación eficaces basadas en áreas, y estas estarán integradas a los paisajes terrestres y marinos más amplios.

## Diagnóstico estratégico y metodología de priorización

Desde hace algún tiempo, con la participación de las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), las Corporaciones de Desarrollo Sostenible (CDS), la academia, las entidades territoriales del orden regional y local, las organizaciones no gubernamentales (ONG), los institutos de investigación y expertos en diversas temáticas relacionadas con el tema, se ha buscado consolidar y consensuar un listado, que inicialmente partió de la formulación y análisis de 21 factores que afectan a los RHCMI, utilizando la metodología del árbol de problemas, que es una herramienta fundamental en los procesos de formulación de políticas públicas (Ecoversa, 2014).

El reconocimiento y jerarquización de los factores que generan impactos (negativos y positivos), en este caso sobre los RHCMCI, permitirán identificar los procedimientos, mecanismos, instrumentos y acciones que han de definirse e implementarse con el propósito de establecer la misión emblemática o la acción emblemática institucional.

Adicionalmente, para generar conocimiento sobre el recurso hídrico en Colombia es necesario definir una agenda de investigación suficientemente amplia, a corto, mediano y largo plazo, para garantizar que el aprovechamiento de los recursos naturales se haga en consonancia con el desarrollo sostenible y con el bienestar de la sociedad. Esa agenda debe incluir los siguientes temas:

- Recursos hídricos en Colombia, estado actual y variabilidad espacial y temporal, considerando la cantidad, calidad y usos del agua. A partir de estos aspectos se debe estimar la disponibilidad de agua del país y de sus regiones.
- Retos impuestos por el cambio climático, el crecimiento de la población y la deforestación: la modificación de la oferta hídrica y la disponibilidad en términos de caudales mínimos y medios, así como las amenazas en términos de caudales y niveles máximos y sus implicaciones para distintos sectores (energía, agricultura, salud humana, pérdidas económicas, etc.). Los factores de cambio local y su interacción con los efectos del cambio global, incluyendo el cambio de la población local y su presión por los recursos naturales, la deforestación y el cambio en los usos del suelo y del agua, las sinergias y procesos de retroalimentación, la evaluación cuantitativa, la estimación de riesgo y vulnerabilidad, y las posibilidades de adaptación al cambio.
- Evaluación adecuada en los distintos escenarios de nuestra geografía de los riesgos y la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos máximos (tormentas intensas, avalanchas, inundaciones, pérdidas de vidas humanas e infraestructura) y los extremos mínimos (sequías, estiajes) y todas sus consecuencias para las sociedades y los ecosistemas. Propuestas de estrategias y alternativas de mitigación o de adaptación.

- Acceso a agua limpia y garantía de vertimientos sanos. Tecnologías apropiadas y herramientas para la gestión sostenible del abastecimiento de agua y el saneamiento básico de pequeñas poblaciones y del sector rural.
- Contaminación de corrientes, cuerpos de agua y acuíferos. Cada día disminuye la disponibilidad de agua para consumo en las corrientes naturales no por cantidad disponible, sino por su mala calidad.
- Aprovechamiento del agua procedente de distintas fuentes o de distinto tipo (corrientes superficiales, cuerpos de agua, acuíferos, etc.) y su utilización conjunta de una manera eficiente y sostenible. Considerar la variabilidad temporal, la distribución espacial en las condiciones de calidad y la cantidad de la oferta, así como las necesidades de las demandas. Aprovechar los acuíferos como excelentes almacenamientos naturales que permiten proveer el recurso en forma sostenida ante la variabilidad temporal de la recarga por lluvia y de la demanda.
- Sostenibilidad de los hábitats acuáticos y de los bienes y servicios ambientales de los ecosistemas relacionados, ante las presiones antrópicas por recursos agua y suelo.
- Utilización eficiente y sostenible del agua en diferentes usos (hidroenergía, agricultura, acuicultura, navegación, salud humana, etc.). Reducción de impactos de los proyectos de aprovechamiento.
- Ocupación del territorio, adecuación de tierras en distintos paisajes, ocupación de llanuras de inundación (desección de zonas húmedas, riego y drenaje, protección a inundaciones, urbanización, terraplenes de vías), ocupación de deltas ocupación de laderas (banqueos y terrazas, vías de acceso), conos aluviales, ocupación de riberas en cauces torrenciales, etc.

## Factores identificados

Para la identificación de los temas que recogen y sintetizan varias de las problemáticas del árbol de problemas, considerados como los más importantes, en términos de su grado de influencia e interrelación sobre

los demás factores y que determinan la tendencia y/o el estado actual de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos para los RCHMCI, se ha partido de la revisión detallada de los diagnósticos realizados (Gutiérrez, 2012; 2014; Invemar, 2013). Igualmente se analizaron el diagnóstico y la priorización de factores desarrollados por el MADS en la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), que abordó en su diagnóstico estratégico 16 factores en total, de los cuales 10 se relacionan con los RCHMCI:

- Acceso y calidad de la información y conocimiento (ACIC).
- Gestión de las instituciones públicas (GIP).
- Disponibilidad y criterios de asignación de recursos financieros (DCARF).
- Políticas económicas y sectoriales (PES).
- Efectividad de los instrumentos de planificación (EIP).
- Valoración integral de los recursos acuáticos (VIRH).
- Análisis y gestión del riesgo (AGR).
- Prácticas de uso y manejo de los recursos acuáticos (PMURA).
- Articulación intra e interinstitucional y e intersectorial (AIII).
- Normatividad (N).

### Principios orientadores

- Deberá garantizarse el acceso al agua en cantidad y calidad para los distintos usos, y reducirse la vulnerabilidad de las sociedades ante los eventos extremos.
- La conservación y el uso sostenible de los RCHMCI requieren del reconocimiento de su importancia a nivel biológico, social y económico, que debe involucrar en su gestión y manejo un enfoque intersectorial que procure la concurrencia de todos los actores para la consecución de las metas.
- Los RCHMCI tienen componentes intangibles a diferentes escalas —ecosistemas, comunidades, poblaciones, especies, moléculas y genes—, que deben ser conservados, para lo cual es fundamental avanzar en su conocimiento y definir medidas de gestión y manejo.

- La calidad de vida de la población está recíproca e indisolublemente relacionada con la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.
- Todas las causas antrópicas o exógenas que estén o puedan poner en riesgo la permanencia de los RHCMCI, sus ecosistemas, comunidades, poblaciones, especies y su potencial valor genético bien para recuperación de ecosistemas, poblaciones o comunidades, deberán ser prioritariamente atendidas bajo el enfoque ecosistémico y no de manera aislada.
- Deberá disminuirse el riesgo de pérdida de hábitats que inciden en la vulnerabilidad de los RHCMCI y la estabilidad de los ecosistemas y de la biodiversidad.
- Deberá disminuirse la vulnerabilidad de las poblaciones ante la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos (tormentas intensas, inundaciones y sequías). Esto demanda investigación científica para la toma de decisiones en todos los sectores, la construcción de los planes de adaptación al cambio climático y las tareas de gestión del riesgo de desastres.

## Objetivo general

Garantizar a corto, mediano y largo plazo el conocimiento, la conservación y el uso sostenible del agua y los ecosistemas, los servicios ecosistémicos y, en consecuencia, los RHCMCI, con participación de los diferentes actores sociales, considerando las dimensiones culturales, sociales, económicas y las políticas sectoriales que los impactan.

## Objetivos específicos

- Generar conocimiento sobre el ciclo hidrológico de Colombia en relación con la oferta natural del agua (lluvia, evapotranspiración, humedad del suelo, infiltración, caudales de ríos, aguas subterráneas y acuíferos, agua atmosférica), en condiciones promedias de largo plazo y en condiciones extremas.

- Conservar los ecosistemas dulceacuícolas continentales, marino-costeros e insulares, que son hábitat de los RHCMI.
- Fortalecer y fomentar la gestión del conocimiento e información sobre el recurso agua y la biodiversidad del país, para orientar y sustentar la toma de decisiones respecto a los ecosistemas continentales, marino-costeros y sus recursos acuáticos.
- Aportar al desarrollo económico, la competitividad y mejoramiento de calidad de vida de las comunidades que aprovechan los recursos acuáticos y a la reducción de los riesgos de la sociedad ante los eventos extremos.
- Acogerse a los seis objetivos de la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico: 1) oferta; 2) demanda; 3) calidad; 4) riesgo; 5) fortalecimiento institucional; y 6) gobernabilidad.

### Ideas para la implementación

El enfoque general con el que se aborda el tema de los RHCMI debe ir más allá del enfoque tradicional del manejo de especies o grupos al de manejo de ecosistemas. Esto requiere acciones de gestión y manejo a escala nacional, regional y local, con niveles adecuados de descentralización y participación social en su manejo. La propuesta propende por establecer lineamientos y acciones que guíen la conservación, el conocimiento, el uso y el aprovechamiento sostenible de los RHCMI y de sus servicios ecosistémicos, que permitan establecer prioridades de acción en conservación según los diversos niveles jerárquicos de la biodiversidad, así como la restauración ecológica, social y económica, y que potencialicen los servicios ecosistémicos y su uso sostenible mediante alianzas público-privadas.

### Líneas de acción

Teniendo en cuenta que los principios, objetivos, lineamientos, estrategias e instrumentos, globalmente se orientan a atender la situación de los ecosistemas continentales, marino-costeros e insulares y de sus recursos

acuáticos, así como el grado de deterioro de los ecosistemas y de los hábitats, a continuación, se proponen los siguientes ejes temáticos y líneas estratégicas.

### Objetivo específico 1

Conservar los ecosistemas dulceacuícolas continentales, marino-costeros e insulares, que son hábitat de los recursos acuáticos.

Este objetivo hace referencia a la necesidad de adelantar acciones de conservación en los ecosistemas dulceacuícolas continentales, marino-costeros e insulares, de manera que se garantice el hábitat de los recursos acuáticos. Para ello, siguiendo el marco conceptual, se propone trabajar sobre líneas estratégicas relacionadas con la *jerarquía de la intervención* para el manejo y gestión de los recursos acuáticos.

### Estrategia: garantizar el flujo hidrológico

Las acciones en este nivel estarán orientadas a garantizar, mejorar o recuperar el buen estado de un ecosistema dulceacuícola respecto a la hidrología (flujo) y a las funciones que cumple (servicios ecosistémicos), y el aseguramiento de un caudal ambiental que permita el desarrollo de las comunidades bióticas en el área. Esta estrategia se desarrollará mediante las siguientes líneas de acción:

- Conocimiento del medio, levantamiento de línea base: como punto de partida, no se puede planificar ni gestionar adecuadamente lo que no se conoce bien. Es necesario entender y cuantificar la disponibilidad del recurso hídrico en cantidad y calidad, y entender los procesos que los determinan, las interrelaciones con la dinámica de otros recursos naturales (aire, suelo, bosque), las distintas posibilidades para su aprovechamiento actual o potencial, en relación con el entorno físico y considerando la competencia por agua entre los sistemas naturales y los sistemas sociales. Para poder entender adecuadamente estos procesos es necesario hacer el estudio involucrando distintas escalas y en cada una distintas dimensiones, tanto espaciales como temporales.
- Entre las escalas espaciales es necesario partir del contexto planetario global, las dinámicas de la zona intertropical, incorporar

las particularidades físicas, bióticas, geográficas y culturales que generan la presencia de los tres ramales de los Andes, los dos océanos, las sabanas del Caribe y la Orinoquía y las selvas amazónicas, los grandes ríos y las interacciones que existen entre estos elementos. Además, se deben incluir las particularidades que a menor escala constituyen las ciudades, las obras de infraestructura, las vías de comunicación, etc. Todos estos elementos geográficos y su posición relativa confieren características y especificidades locales que son claves para el estudio de las problemáticas del agua y del uso del territorio en una localidad o subregión.

- Es necesario entender la dinámica espacio-temporal de las variables del ciclo hidrológico terrestre, incluyendo la lluvia, la evapotranspiración, la infiltración, la humedad del suelo, y los regímenes de escorrentía y de caudales, tanto en condiciones medias como en condiciones extremas, y cómo serán afectados por el cambio climático y por la deforestación.
- Estimar el caudal ambiental para la totalidad de las subzonas hidrográficas con un alto índice de riqueza de recursos acuáticos.
- Incorporar el criterio de cumplimiento del caudal ambiental al proceso de otorgamiento y seguimiento de licencias ambientales y concesiones de agua en subzonas hidrográficas con un índice alto de riqueza de recursos acuáticos.
- Adelantar procesos de ordenamiento del recurso hídrico en cuencas que no alcancen los caudales ambientales.
- Incorporar el análisis de cambio en coeficiente de regulación al proceso de otorgamiento y seguimiento de licencias ambientales y concesiones de agua de grandes usuarios de agua en subzonas hidrográficas con alta diversidad.

#### Estrategia: garantizar la conectividad hídrica

Las acciones en este campo estarán orientadas a garantizar movimientos activos, pasivos y de transferencia de energía, nutrientes y sedimentos, entre otros. Se busca mantener las relaciones ecológicas e hidráulicas entre los ecosistemas lóticos y lénticos, así como de los mismos ecosistemas terrestres

beneficiados —bosques riparios, inundables, meandros, ciénagas por la conectividad (lateral y longitudinal) y el flujo hídrico—. Esta estrategia se desarrollará mediante las siguientes líneas de acción:

- Realizar inventarios detallados de infraestructura que afecte el recurso hídrico y la conectividad de los ecosistemas acuáticos en las subzonas hidrográficas con índice de riqueza alto.
- Actualizar los permisos de ocupación de cauces en las subzonas hidrográficas con un índice alto de riqueza.
- Adelantar procesos de recuperación de cauces.

#### Estrategia: garantizar la calidad del recurso hídrico

Las acciones deben dirigirse a mejorar/restablecer y mantener las condiciones de calidad del agua buscando la eliminación, tratamiento y disposición final adecuada de residuos líquidos y sólidos a los ecosistemas dulceacuícolas y marino-costeros de cualquier fuente en el área de influencia del proyecto, obra o actividad que puedan poner en riesgo la subsistencia de especies acuáticas. Esta estrategia se desarrollará mediante las siguientes líneas de acción:

- Es necesario llevar a cabo un estudio nacional de calidad de aguas, que considere estrategias integrales basadas en la dinámica del agua en cuencas hidrográficas.
- Monitorear el estado de calidad del agua en tramos y cuerpos de agua con índices de riqueza de especies medio y alto.
- Definir estrategias de uso eficiente y sostenible del agua para distintos usos.
- Utilizar tecnologías sostenibles de potabilización, tratamiento y manejo de aguas residuales.
- Definir aspectos institucionales y de gobernabilidad para la gestión integral óptima del agua.
- Establecer criterios de calidad para la conservación de flora y fauna acuática en tramos y cuerpos de agua con medios y altos índices de riqueza de especies hidrobiológicas.
- Establecer metas de descontaminación y cobrar la tasa retributiva por vertimientos puntuales en los tramos, corrientes y cuerpos de

agua con índices de riqueza de especies hidrobiológicas medios y altos, y en sus afluentes.

- Incorporar los criterios y estándares de calidad para la conservación de flora y fauna en los procesos de licenciamiento y otorgamiento de permisos de vertimientos.
- Implementar estrategias de reducción de contaminación no puntual en las áreas aferentes de los tramos, cuerpos de agua con índices altos y medios de riqueza de especies hidrobiológicas.
- Reducir o eliminar los vertimientos tóxicos y biocumulables mediante el ejercicio de la autoridad ambiental.
- Todo lo anterior debe conducir a que las autoridades ambientales en todo el territorio nacional, y en el seno de los consejos directivos, deberán establecer, a diciembre de 2020, la lista de las fuentes de vertimientos y disposición de residuos sólidos, con los niveles de cada uno, para en el 2021, concertar con los usuarios la reducción al 80% de estas fuentes contaminantes a enero de 2022.

#### Estrategia: garantizar las condiciones de hábitat y ecológicas para el mantenimiento y mejoramiento del recurso hídrico y la diversidad biológica acuática

Una vez restablecidas las condiciones de flujo, conectividad y calidad del agua, las actividades en este nivel se deben dirigir hacia el mejoramiento de procesos ecológicos, poblaciones y comunidades de organismos. Las acciones podrán estar basadas en la adición de especies (plantas, animales o microorganismos) o materiales ambientalmente adecuados —fertilizantes, materia orgánica, etc.—. Estas interacciones positivas entre organismos son uno de los principales procesos que influyen en la organización, estructura y dinámica de las comunidades vegetales, siendo especialmente relevantes en ambientes caracterizados por un fuerte estrés ambiental. Esta estrategia se desarrollará mediante las siguientes líneas de acción:

- Establecer nuevas áreas protegidas del orden nacional y regional con ecosistemas dulceacuícolas continentales y marino-costeros subrepresentados.

- Implementar otras estrategias de conservación en áreas con ecosistemas dulceacuícolas, incluyendo el pago por servicios ambientales, el plan de manejo, acuerdos de conservación y el establecimiento de determinantes ambientales.
- Identificar y delimitar las áreas de ecosistemas dulceacuícolas que fueron transformadas durante el período 1990-2020.
- Evaluar la viabilidad técnica, hidrológica, biológica y socioeconómica de la restauración de los ecosistemas degradados.
- Restauración y rehabilitación de ecosistemas dulceacuícolas transformados con potencial medio y alto de ser recuperados.

## Objetivo específico 2

Fortalecer y fomentar la gestión del conocimiento y la información sobre la biodiversidad para orientar y sustentar la toma de decisiones respecto a los ecosistemas continentales, marino-costeros y sus recursos acuáticos.

Este objetivo hace referencia a la necesidad de fortalecer la relación entre el Estado y los ciudadanos, para gestionar integralmente los recursos acuáticos y sus servicios ecosistémicos, y así generar corresponsabilidad de las partes para su conservación y la de los ecosistemas.

### Estrategia: conocimiento y localización geográfica de los ecosistemas dulceacuícolas

Esta estrategia se desarrollará mediante las siguientes líneas de acción:

- Definir y delimitar geográficamente los ecosistemas dulceacuícolas en escala 1:25 000 para subzonas hidrográficas priorizadas en los Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA).
- Definir y delimitar geográficamente los ecosistemas marinos en escala 1:500 000 para paisajes marinos priorizados para POMCA.

### Estrategia: conocimiento sobre amenazas y riesgos que pueden afectar los recursos acuáticos

Esta estrategia se desarrollará mediante las siguientes líneas de acción:

- Inventariar las poblaciones de especies invasoras de recursos acuáticos, introducidas y trasplantadas.

- Determinar las poblaciones de recursos acuáticos potencialmente afectables por los cambios climáticos y las respectivas medidas de adaptación y mitigación.

### Objetivo específico 3

Aportar al desarrollo económico, la competitividad y mejoramiento de calidad de vida de las comunidades que aprovechan los recursos acuáticos.

#### Estrategia: gestión del aprovechamiento

Esta estrategia se desarrollará mediante las siguientes líneas de acción:

- Consolidar el inventario de los RHCMI. Analizar el aprovechamiento del agua procedente de distintas fuentes o de distinto tipo (corrientes superficiales, cuerpos de agua, acuíferos, etc.) y su utilización conjunta de una manera eficiente y sostenible, considerando la variabilidad temporal, la distribución espacial en las condiciones de calidad y cantidad de la oferta, así como las necesidades de las demandas.
- Establecer programas de manejo y ordenación de las poblaciones de recursos acuáticos que sean objeto de aprovechamiento.
- Establecer los puntos de referencia límite y de referencia para los recursos acuáticos que pueden ser objeto de aprovechamiento. Utilización eficiente y sostenible del agua en diferentes usos (agricultura, salud humana, hidroenergía, acuicultura, navegación, gestión del riesgo de desastres, etc.). Reducción de impacto de los proyectos de aprovechamiento.
- El agua y la ocupación del territorio, ocupación y adecuación de tierras en distintos paisajes, ocupación de llanuras de inundación (desección de zonas húmedas, riego y drenaje, protección a inundaciones, urbanización), ocupación de deltas ocupación de laderas, ocupación de riberas en cauces torrenciales, etc.

#### Estrategia: conocimiento de potencialidad de uso

Esta estrategia se desarrollará mediante las siguientes líneas de acción:

- Desarrollar esquemas e instrumentos de valoración integral —económicos y no económicos— de los recursos acuáticos y sus servicios ecosistémicos.
- Promover y fortalecer herramientas de conservación *ex situ* —bancos genéticos, estaciones de investigación, zoológicos, acuarios—.

## Instrumentos

De manera paralela a la implementación de las líneas estratégicas propuestas, es necesario apoyar las actividades planteadas con la ejecución de acciones de carácter instrumental que permitan complementar, facilitar y asegurar su eficiencia, efectividad y concurrencia tanto social como institucional para el logro de los objetivos y acciones propuestos. Para esto, se sugieren los siguientes instrumentos:

- Fortalecer las políticas que garanticen el acceso abierto, transparente y a tiempo a las bases de datos y fuentes de la información del recurso agua y los recursos acuícolas en Colombia.
- Fortalecimiento institucional y de las organizaciones comunitarias y de productores o extractores de RHCMCI.
- Educación, apropiación social del conocimiento, formación y divulgación.
- Económicos y financieros. Es fundamental la función de la economía ambiental para la adecuada valoración de los servicios ecosistémicos y ambientales presentes y futuros.

## Fortalecimiento institucional y de las organizaciones comunitarias

Los esfuerzos de planificación y gestión deben considerar las funciones de una amplia gama de intereses públicos y privados, los costos de políticas alternativas y soluciones técnicas, el carácter intersectorial de los problemas ambientales relacionados con los RHCMCI, así como las capacidades de las instituciones públicas o privadas, algunas de orden municipal o regional e incluso comunitario.

La fragilidad político-institucional y la insuficiente implementación de los instrumentos disponibles para el gerenciamiento y administración de los ecosistemas y recursos naturales son aspectos que ameritan una especial atención por su incidencia en el direccionamiento de las acciones prioritarias a ejecutar.

Las dificultades identificadas están asociadas a diferentes actores públicos y privados con presencia en la región y que se expresan en cinco causas que requieren acciones de fortalecimiento institucional y de las organizaciones civiles:

- Desconocimiento de las políticas, planes y programas relacionados con los ecosistemas, planificación y uso del suelo.
- Poca voluntad política de algunas de las entidades responsables para implementar acciones en el territorio —pesca, riego, bienes de uso público, saneamiento básico y ambiental—.
- Insuficiencia de conocimientos y de información sobre la naturaleza de los problemas ambientales que les corresponde manejar.
- Desconocimiento de las funciones y competencias institucionales asignadas para solucionar los problemas de la biodiversidad y sus RHCMCI.
- Falta de conciencia pública sobre la importancia de la biodiversidad y de los RHCMCI, así como sobre los mecanismos de participación ciudadana para la concertación del acceso y uso equitativo de sus componentes.

El desconocimiento de las políticas, planes y programas relacionados con la conservación y uso sostenible de la biodiversidad hacen que los objetivos de mejoramiento de los ecosistemas, planteados en los instrumentos de política, no se materialicen en acciones concretas en el nivel regional y local, lo cual tiene explicaciones de tipo político, representadas en la falta de voluntad o recursos de las autoridades ambientales, sectoriales y territoriales llamadas a ponerlas en la práctica o a exigir su cumplimiento.

Esta situación tiende a generar un encadenamiento de problemas que dificulta la definición de programas y la articulación de acciones de las entidades correspondientes, causados por el desconocimiento de las funciones y competencias institucionales asignadas, que, en muchos casos, se ven reflejadas en duplicidad de esfuerzos en las entidades que tienen competencias y funciones complementarias, concurrentes o subsidiarias en la solución de los problemas. Se observan también inversiones poco focalizadas hacia la solución efectiva de los problemas o se realizan inversiones parciales e individuales, no orientadas por la cofinanciación ni la colaboración, principios que deben regir la gestión de las entidades públicas.

En cuanto a la poca apropiación y cumplimiento de las normas ambientales por parte de los sectores productivos, en calidad de usuarios de los recursos naturales renovables, es importante analizar que existe regulación sectorial inadecuada que no tiene en cuenta las particularidades ambientales del área como base para su desarrollo y, por tanto, se requiere fortalecer el ejercicio de la autoridad ambiental, de tal modo que se logre tener a todos los usuarios de los recursos naturales con sus correspondientes permisos, autorizaciones o concesiones, que deben ser otorgados con base en los condicionamientos que establezcan las autoridades ambientales a partir de todos sus instrumentos de planificación de ecosistemas, así como las determinantes ambientales establecidas para el ordenamiento de los usos del suelo.

De la misma manera, se necesita una acción coordinada de las instituciones con funciones y competencias en la materia, a partir de una definición clara de los roles que deben desempeñar en el cumplimiento de las acciones a desarrollar, así como de procedimientos y mecanismos claros de articulación interinstitucional, especialmente alrededor de las funciones de control y vigilancia, para regular la sobreexplotación de los recursos naturales.

El objetivo de este instrumento es fortalecer la capacidad de los actores institucionales públicos y privados para el cumplimiento de sus funciones y la ejecución de programas y proyectos de manera armónica y coherente, a partir de dos estrategias:

### Estrategia 1. Mejoramiento de la capacidad de gestión pública de los recursos hidrobiológicos marino-costeros, insulares y continentales

Esta estrategia se orienta a fortalecer las acciones de las autoridades ambientales en la planificación, administración, monitoreo y control de los RHCIC de las actividades que los impactan, así como a mejorar su capacidad para vincular a los principales sectores relacionados con la gestión de dichos recursos y a articular con los entes territoriales la planificación del territorio en función de garantizar la oferta y disponibilidad hídrica, la conservación de los ecosistemas asociados y el control de las actividades que afectan la permanencia de los recursos acuáticos. Para tal fin se prevén los siguientes proyectos:

- Mejorar la capacidad de gestión de las autoridades ambientales y otros tomadores de decisiones.
- Articular y coordinar entre el MADS y las autoridades ambientales, las acciones que tengan sobre los RHCIC con otros ministerios y con los entes territoriales.

### Estrategia 2. Revisión normativa y articulación con otras políticas

Esta estrategia se propone realizar los ajustes, las armonizaciones e incluso los desarrollos normativos necesarios para el desarrollo de actividades y articular sus acciones con las demás políticas ambientales o sectoriales que incidan en la gestión integral de los RHCIC. Para tal fin se prevén los siguientes proyectos:

- Revisión y ajuste del marco regulatorio para la conservación, uso y manejo de los recursos acuáticos.
- Mejoramiento de los procesos y procedimientos para la gestión de los recursos acuáticos.
- Diseño e implementación de programas de fortalecimiento del ejercicio de las funciones de las autoridades ambientales y los entes territoriales, y demás entidades con funciones y competencias en la gestión de los RHCIC.
- Incidir en las políticas públicas o privadas que afectan de manera importante el recurso hídrico, articulando las acciones de la política

para la gestión integrada de los recursos hidrobiológicos (GIRH) con las de otras políticas ambientales, sectoriales y multisectoriales.

### Educación, formación y divulgación

La Política de Educación Ambiental (2002) del Ministerio de Ambiente y del Ministerio de Educación define la educación ambiental como el proceso que le permite al individuo comprender las relaciones de interdependencia con su entorno, a partir del conocimiento de su realidad biofísica, social, política, económica y cultural para que, a partir de su apropiación, se puedan generar en él y en su comunidad, actitudes de valoración y respeto por el ambiente.

Los procesos educativos y de divulgación que vinculen aspectos ambientales han de ser dinámicos y deberán buscar la construcción de espacios de trabajo conjunto entre las diferentes instituciones y actores del orden regional con el propósito de incluir todos los intereses y necesidades de conocimiento básico y aplicado, que permitan incidir de manera positiva en el mejoramiento de las condiciones naturales y sociales.

En este contexto, el objetivo de este instrumento es fortalecer el desarrollo de contenidos temáticos, procedimientos de participación comunitaria y divulgación, como mecanismos para mejorar la capacidad científica sobre el conocimiento e investigación en relación con los RHMIC, empleando dos estrategias que se exponen a continuación.

#### Estrategia 1. Participación

Esta estrategia se propone incentivar el desarrollo de mecanismos y espacios de participación que motiven el reconocimiento e importancia de estos recursos y del medio en el que habitan. Para tal fin se prevén las siguientes líneas de acción estratégicas:

- Incrementar la capacidad de participación de todos los actores involucrados en la gestión integral de los RHMIC.
- Implementar programas para promover el control social y la veeduría ciudadana hacia la gestión sostenible de los RHMIC.
- Implementar programas para asegurar la participación en la gestión integral de los RHMIC, de los grupos sociales más vulnerables.

- Implementar programas masivos de comunicación e información a nivel nacional, regional y local, acerca de las acciones desarrolladas y proyectadas para implementar las acciones sobre los RHMCIIC.
- Desarrollar e implementar esquemas de gestión comunitaria local hacia el uso y manejo responsable de los RHMCIIC y sus ecosistemas asociados.

### Estrategia 2. Formación, investigación y gestión de la información

Esta estrategia se orienta a fomentar y desarrollar acciones de investigación y de manejo de la información relacionada con los RHMCIIC, por parte de entidades o personas públicas o privadas, de tal forma que aporten a la comprensión del estado y evolución del recurso en el país, como medio para lograr el buen manejo del recurso. Para tal fin se prevén las siguientes líneas de acción estratégicas:

- Formular e implementar el plan nacional de investigación y formación en la gestión integral de los RHMCIIC.

### Económicos y financieros

El concepto de “sostenibilidad” expresa la necesidad de hacer un mejor uso de los recursos financieros actuales. No se trata simplemente de obtener mayores recursos sino también de optimizar el buen uso de estos recursos, tanto actuales como futuros. Desde la perspectiva financiera, es fundamental contar con una visión de largo plazo, que debería contener elementos como:

- Valoración adecuada de los servicios ecosistémicos y ambientales, incluyendo el agua. Aquí es necesario hacer uso de la economía ambiental.
- Destinación eficiente de recursos hacia temas y aspectos prioritarios, para evitar los esfuerzos aislados y de bajo impacto.
- Propiciar un espacio en el que la sociedad vea reflejadas sus necesidades y prioridades en cuanto a la gestión de los recursos acuáticos y, por tanto, esté dispuesta a orientar parte de sus recursos hacia estos propósitos.

- Articulación de los recursos de los diferentes actores —públicos, privados y comunitarios— y en sus diferentes niveles —nacional, regional y local— hacia objetivos comunes.
- Conocimiento de las necesidades financieras del sector, así como de sus opciones de financiación —escenarios financieros de largo plazo—.
- Generar alternativas para la flexibilización de las rentas en cuanto a su destinación —geográfica y temática—, en función del cumplimiento de las metas propuestas.

Este instrumento se orienta a estimar, priorizar y asegurar las inversiones necesarias para la implementación del plan de recursos acuáticos continentales y marino-costeros e insulares. Para tal fin se prevén las siguientes líneas de acción estratégicas:

- Cuantificar y priorizar las inversiones, así como apropiar los recursos necesarios para el financiamiento de las acciones propuestas.
- Articular y optimizar las fuentes existentes de financiamiento para la gestión integral del recurso hídrico y de la biodiversidad que puedan ser orientadas a la gestión de los RHMCIIC.
- Gestionar las nuevas fuentes que sean necesarias para el cierre financiero de los programas y proyectos a ejecutar.
- Realizar seguimiento y hacer evaluación periódica y pública de los resultados de las inversiones realizadas.
- Las tasas por utilización de agua se destinarán a cubrir los gastos de protección y renovación del recurso hídrico, para los fines establecidos por el parágrafo 3 del Artículo 216 de la Ley 1450 de 2011. Así como el Artículo 43 de la Ley 99 de 1993, según el cual, el recaudo de la tasa de uso tiene destinación específica.
- La inversión forzosa del 1% del valor de la inversión de proyectos sujetos a licencia ambiental, tal como lo establece el parágrafo del mismo artículo 43 de la Ley 99 de 1993, para proyectos que utilicen agua y deberán orientarse en actividades de conservación, recuperación y vigilancia de las cuencas hidrográficas aportantes.

También se debe cumplir con lo establecido en el Artículo 216 de la Ley 1450 de 2011, que prevé que: “Los recursos provenientes de la aplicación del parágrafo 1° del Artículo 43 de la Ley 99 de 1993, se destinarán a la protección y recuperación del recurso hídrico, de conformidad con el respectivo Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca”.

- Transferencias del sector eléctrico. Son recursos que perciben directamente las CAR y los municipios, en virtud de lo dispuesto por el Artículo 45 de la Ley 99 de 1993. Son recursos a los que están obligadas las empresas generadoras de energía eléctrica cuyo potencial nominal instalado supere los 10000 kw, las cuales deben transferirlos de la siguiente manera: el 6% de las ventas brutas de energía por generación propia, de acuerdo con la tarifa que señale la Comisión de Regulación Energética para ventas en bloque.

### Impacto y valor para la sociedad

Esta misión emblemática o acción emblemática institucional es envolvente e involucra para su ejecución a no menos de cincuenta entidades públicas del orden nacional, a las ONG, a la academia y a las comunidades que tienen acceso a los RHMCI, quienes deben responder a la necesidad de “seguridad hídrica”, entendiendo el agua como un recurso en riesgo. Esto con la presuposición de la aplicación del conocimiento para contribuir al cumplimiento de los ODS, así como para la formulación de políticas públicas y toma de decisiones en cuanto a planes de adaptación al cambio climático, a la gestión del riesgo y a la gestión del territorio. Desarrollando y aplicando nanotecnologías, biotecnologías y tecnologías de la información y comunicación para identificar y caracterizar propiedades potenciales de la biodiversidad y de los subproductos, que podrán impulsar la biotecnología y la bioeconomía, la economía azul, con alto valor agregado a quienes acceden a los RHMCI. Se pondrán en marcha plataformas atmosféricas de Big/Smart Data y se ampliará el uso de la computación en la nube. Se fortalecerá la investigación en escenarios de IoT (internet de las cosas).

## Convergencias

Existe una clara conexión de esta misión emblemática o acción emblemática institucional con los focos temáticos Biotecnología, Bioeconomía y Medio Ambiente; Ciencias Básicas y del Espacio; Ciencias de la Vida y la Salud; Ciencias Sociales para el Desarrollo Humano y la Equidad; y Tecnologías Convergentes e Industrias 4.0.

## Misión emblemática Colombia diversa, bioeconomía y economía creativa: conocimiento, conservación, apropiación y uso sostenible del patrimonio cultural y natural para una economía sostenible<sup>2</sup>

El reto Colombia biodiversa propone un modelo de economía sostenible basada en la diversidad natural y cultural, y se soporta en dos misiones, a saber: 1) Colombia diversa, bioeconomía y economía creativa, cuyo propósito para el 2030 es que la bioeconomía represente el 10% del PIB, y la economía creativa el 8%, al duplicar el valor de sus exportaciones y crear 100 000 nuevos empleos mediante una fuerte asociación público-privada, que permita que Colombia conozca y valore la extensión de su megadiversidad natural y cultural, la conserve, la proteja y entienda su importancia para transformar las actividades económicas relacionadas con los sectores agroalimentario, cosmético, químico, textil, farmacéutico, cultural, forestal, artístico, energético y de salud, entre otros. Asimismo, se encuentra la 2) Misión de agua y cambio climático, que tiene como objeto principal garantizar a los colombianos el acceso al agua potable, la calidad de sus cuerpos de agua, la gestión óptima del recurso y la protección de la sociedad ante eventos extremos. Colombia debe reducir los riesgos

---

2 Misión redactada de manera conjunta entre los focos temáticos Océanos y Recursos Hidrobiológicos, Tecnologías Convergentes e Industrias 4.0, Ciencias de la Vida y la Salud, Industrias Culturales y Creativas, y Biotecnología y Medio Ambiente.

socio-ambientales del cambio climático en el período 2030-2050 al 50% del valor actual, para garantizar el desarrollo sostenible y la resiliencia socio-ambiental del país (figura 27).

## Misión

En el 2030, la bioeconomía representará el 10% del PIB y la economía creativa el 8%, al duplicar el valor de sus exportaciones y crear 100000 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.

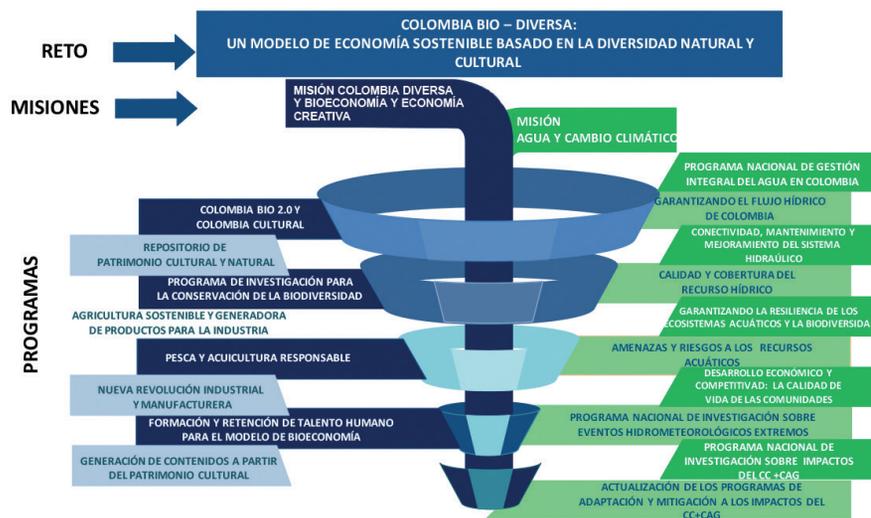


Figura 27. Misión emblemática conjunta de varios focos temáticos de la Misión Internacional de Sabios 2019

## Objetivos

- El 10% de los nuevos empleos estarán basados en bioeconomía.
- La sociedad, en Colombia, va a generar el conocimiento integral de su biodiversidad y lo usará para liderar internacionalmente programas de protección, conservación y restauración de los ecosistemas.
- Las universidades y los centros de investigación de Colombia se posicionarán como referentes internacionales en el conocimiento de su diversidad natural y cultural, y generarán en torno a este tema una oferta de posgrados de talla mundial.
- Se adoptarán medidas para la conservación de la biodiversidad, con énfasis en especies y ecosistemas amenazados.
- La diversidad cultural y natural serán líneas de conocimiento en los modelos de apropiación y en los lineamientos curriculares en todas las etapas del sistema educativo nacional, que involucren a niños, jóvenes y maestros en procesos de creación e investigación ciudadana.
- El bienestar y la productividad regional serán mejorados al ampliar las oportunidades del aprovechamiento productivo sostenible de la biodiversidad terrestre, hidrobiológica marino-costera, insular y continental en un modelo de innovación abierta.
- El bienestar y la productividad regional serán mejorados al darle mayor valor a la biomasa residual del sector agropecuario en un modelo de innovación abierta.
- Construiremos el banco de bioproductos más valioso del mundo con nuestro capital natural, y utilizaremos el capital cultural para acercarnos y usar nuestro patrimonio.
- Se realizarán mapeos y cartografías de expresiones y prácticas culturales de todas las regiones del país que incluyan la comprensión de sus dinámicas cambiantes con miras a la protección y fomento de la diversidad cultural.
- La identidad y soberanía nacional se fortalecerán al enfatizar, potenciar y desarrollar el valor y la importancia del patrimonio natural y cultural, como elemento integrador a partir de su diversidad

y como fuente de desarrollo cultural, identitario y económico en las regiones.

- El país será un referente internacional de investigación y acción participativa, en el que la sociedad estará involucrada, de comienzo a fin, en cada investigación o creación referente al reconocimiento de la megadiversidad natural y cultural.

## Programas e indicadores

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. Desarrollar procesos de planeación estratégica de los sectores priorizados en las diversas regiones del país, en concordancia con las estrategias nacionales de bioeconomía y economía creativa, la política de crecimiento verde y el programa de negocios verdes, entre otros.

### Programa 1. Colombia Bio 2.0 y Colombia cultural: productos, bienes y servicios de los patrimonios culturales y naturales

Supuestos:

- Todas las normativas referentes a colecta, acceso a recurso genético, colecciones y exportaciones deben modificarse para favorecer el conocimiento de la biodiversidad.
- Para 2025, se tendrá el mapa completo de las zonas intangibles para la investigación del mar profundo. Con este, la sociedad civil podrá aplicar a fondos internacionales de exploración sin entrar en conflicto con estas regiones sensibles.

- Para 2025, se tendrán identificadas las prácticas y bienes con declaratoria de patrimonio cultural que no estén generando aprovechamiento económico y social para sus comunidades por barreras de tipo técnico y normativo.
- Desarrollar estrategias que permitan la vinculación y el reconocimiento de las diversas áreas del conocimiento, de manera integral y complementaria, en un contexto cosmológico y universal.

#### Herramientas:

- Para el 2030, el 100 % del conocimiento de los registros biológicos actuales estará digitalizado y el número de accesiones se incrementará en 50 %.
- Desde el 2020, se deben ofrecer convocatorias de innovación abierta para la bioprospección por sector, por ejemplo, convocatorias en los sectores salud y farmacéutico, alimentos y nutrición, agrícola, beneficio ambiental, industrial, etc.
- Para el 2030, se contará con una documentación extensiva del patrimonio cultural colombiano. Para esto se deben abrir convocatorias enfocadas en la realización de mapeos, cartografías y desarrollo de contenidos para la apropiación de las prácticas culturales por parte de las mismas comunidades, con énfasis en aquellas que no hayan sido hasta ahora objeto de explotación comercial.
- 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, registro de patentes o procesos similares de propiedad intelectual, comercialización y ventas) financiados por el sector interesado.
- Llamados a la sociedad para construir un repositorio virtual de la biodiversidad y del patrimonio cultural que refuerce procesos de ciencia y arte ciudadanos con modelos de investigación-acción participativa.
- En el 2020, ofrecer convocatorias financiadas por universidades, institutos y centros con empresas pequeñas, medianas y grandes,

para la transferencia de conocimiento con un enfoque biotecnológico. Las convocatorias se abrirán en diferentes sectores que se puedan ver beneficiados como el agro, la acuicultura, la industria, el sector salud, entre otros.

- Para el 2030, se habrán desarrollado soluciones para la adecuación técnica y normativa de bienes y prácticas con declaratoria patrimonial que hayan sido identificadas, con miras a su aprovechamiento económico y social.

## Programa 2. Repositorio de patrimonio cultural y natural

Supuesto:

Para el 2020, los institutos del Sistema Nacional Ambiental (SINA) deben fortalecerse en financiación y realizar una reestructuración administrativa que les permita contar con un departamento de investigación. Se fortalecerán duplicando su presupuesto y las alianzas con universidades y centros de investigación.

Herramientas:

- Para el 2021, se realizará el estudio de factibilidad del Museo Nacional de Historia Natural y Cultural, desarrollo de un museo del conocimiento (inclusivo e interrelacionado). Un museo que esté en capacidad de integrar todas las áreas del conocimiento, que permita el desarrollo de contenidos articulados en los modelos inter y transdisciplinarios, y que sea escalable en diversas regiones del país. En lo cultural, deben incluirse áreas como la historia de la informática, la tecnología, la computación, la ingeniería, los videojuegos, entre otros.
- Para el 2023, se tendrá la primera fase del Museo Nacional de Historia Natural y Cultural.
- Para el 2023, desde el Museo Nacional de Historia Natural y Cultural, se fortalecerá la red de museos y acuarios del país.
- Para el 2023, se dispondrá de una red de centros de documentación sobre patrimonio cultural con un modelo de datos abiertos.

- Para el 2023, se abrirán convocatorias dirigidas a la producción de contenidos para la divulgación y apropiación social del patrimonio natural y cultural.

### Programa 3. Investigación para la conservación de la biodiversidad

Supuesto:

La biodiversidad de Colombia está cada vez más amenazada como resultado de la transformación de hábitats, la sobreexplotación de especies, la contaminación, el cambio climático y las especies invasoras, lo que afecta la calidad de vida de los seres humanos.

Herramientas:

- El Instituto Humboldt mantendrá un registro de especies amenazadas y se establecerá un programa de investigación para apoyar su manejo y recuperación.
- El Ideam publicará periódicamente un mapa de los ecosistemas de Colombia, para evaluar los cambios y el impacto de políticas para su manejo sostenible.
- Se establecerá un programa para fortalecer la conservación de especies amenazadas en jardines botánicos, zoológicos y centros de conservación *ex situ*.
- Se apoyará la creación de programas de posgrado en biología de la conservación y desarrollo sostenible.

### Programa 4. Agricultura sostenible y generadora de productos para la industria

- Desde el 2020, llevar innovación y tecnología para el agro: programas de convocatorias abiertas a universidades y centros de investigación para que se abran espacios de cocreación, investigación e innovación con empresas agroindustriales y agricultores.
- Desde el 2020, implementar programas de ciencia ciudadana para el fortalecimiento de las colecciones de germoplasma. Los

agricultores contribuirán con las colectas de especies silvestres relacionadas con especies cultivadas.

- Desde el 2020, ofrecer convocatorias de innovación abierta con agricultores para la identificación de cultivos promisorios por región.
- Fortalecimiento y cofinanciación de asociaciones público-privadas regionales para la formación de extensionistas agropecuarios en aspectos técnicos, emprendimiento, mercadeo u otras áreas de interés.
- Fortalecimiento y cofinanciación de asociaciones público-privadas regionales para la reconstrucción del tejido social en el espacio rural con una metodología investigación-acción participativa.
- Desde el 2020, ofrecer convocatorias de innovación abierta con retos de agricultura sostenible y de agricultura regenerativa (aplicación de tecnologías en cascada para la valorización de biomasa residual).

## Programa 5. Fortalecer la pesca y la acuicultura responsables

Supuesto:

Para el 2023, promover un fortalecimiento institucional mínimo (por ejemplo, MADS, AUNAP, Ministerio de Agricultura, Instituto Amazónico de Investigaciones Cinetíficas, Sinchi, Invima y las CAR, entre otras) que garantice el cumplimiento de las normas vigentes del sector para asegurar las condiciones para la salud y el trabajo digno en el sector de los recursos hidrobiológicos.

Herramientas:

- Desde el 2020, realizar un llamado a proyectos de co-manejo o manejo participativo, en los que las comunidades contribuyen activamente a adoptar prácticas sostenibles, aportando su conocimiento ancestral, mientras la relación con las autoridades es de respeto mutuo; asimismo, todos los actores participan de la toma de decisiones en un ambiente de colaboración y confianza.

- Desde el 2020, ofertar convocatorias para apoyar los proyectos en marcha y generar nuevos procesos para fortalecer el monitoreo biológico y comercial.
- Acuicultura y peces ornamentales: ofrecer una convocatoria para el desarrollo o cierre de los paquetes tecnológicos de especies nativas.

### **Programa 6. Nueva revolución industrial y manufacturera**

Desde el 2020, ofrecer convocatorias de innovación abierta con retos que tiendan a fortalecer la obtención de bioproductos para la industria y la manufactura.

### **Programa 7. Formación y retención del talento humano necesario para el modelo de bioeconomía regional basada en biodiversidad y patrimonio cultural**

Supuesto:

La diversidad cultural y natural serán líneas de conocimiento en los modelos de apropiación, en los lineamientos curriculares en todas las etapas del sistema educativo nacional, que involucren a niños, jóvenes y maestros en procesos de creación e investigación ciudadana.

Herramientas:

- Para el 2020, se abrirán convocatorias estratégicas y ambiciosas para la incorporación de técnicos y tecnólogos, jóvenes investigadores (desde pregrado), maestrías, doctorados y estancias posdoctorales que apoyen la construcción del modelo de bioeconomía en las regiones.
- Para el 2020, se abrirán convocatorias para la inclusión de técnicos y tecnólogos, jóvenes investigadores (desde pregrado), maestrías, doctorados y estancias posdoctorales en organizaciones privadas y sector público en procesos de bioeconomía.
- Para el 2022, se ofrecerá una serie de incentivos y convocatorias estratégicos para atraer el talento colombiano en el exterior que pueda contribuir a la construcción de la bioeconomía.

- Para el 2022, se abrirá una serie de incentivos y convocatorias estratégicos para la atracción de la diáspora colombiana y su incorporación a procesos de investigación y desarrollo del país en sus regiones de origen.
- Para el 2022, se desarrollarán lineamientos curriculares por parte del Ministerio de Educación en cooperación con el Ministerio de Cultura y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, que enfatizan la importancia de la diversidad cultural y natural dentro de los programas de formación en primera infancia, educación básica y media.
- Para el 2022, se desarrollarán iniciativas a nivel nacional con énfasis en la apropiación social del conocimiento en los conceptos de diversidad tanto en lo natural como en lo cultural.

## Programa 8. Generación de contenidos a partir del patrimonio cultural

Supuesto:

- Para 2020, contar con pleno funcionamiento la plataforma Red Naranja de la Dirección Nacional de Derecho de Autor.
- Para 2021, se cuenta con lineamientos que faciliten la transición entre la identificación de bienes y prácticas de interés cultural y la generación de contenidos, protegidos por derecho de autor y otros mecanismos de propiedad intelectual, con miras a su circulación, distribución y comercialización.

Herramientas:

- Para 2021, se abrirán convocatorias dirigidas a la producción de contenidos originales a partir del patrimonio cultural a través de procesos de investigación + creación (I+C), con participación de las comunidades poseedoras de dicho patrimonio.
- Para el 2022, se abrirán convocatorias dirigidas a comunidades, en conjunto con grupos de investigación, empresas y otros actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI), para

la construcción de cadenas de valor a partir de manifestaciones culturales protegidas por derecho de autor y otras modalidades de propiedad intelectual.

### Repercusión de la Misión Internacional de Sabios en el sistema de ciencia, tecnología e innovación y en la sociedad colombiana

Con el propósito de garantizar los programas e indicadores planteados en esta Misión, es necesario fortalecer de manera estratégica la infraestructura nacional en educación, investigación y desarrollo tecnológico, así como la infraestructura digital (conectividad), con el objetivo de optimizar el almacenamiento y la transferencia de datos en todo el territorio, bajo un esquema de datos abiertos, lo que constituye un elemento crítico para impulsar el desarrollo del país.

### Impacto y valor para la sociedad

Esta Misión representa una transformación científica, cultural, educativa, social e industrial a gran escala a través de la incorporación del conocimiento de la biodiversidad terrestre y marina y del patrimonio cultural en los sistemas formativos y productivos del país. El estudio de la diversidad colombiana, tanto natural como cultural, y su preservación no son puntos finales en la cadena de valor del conocimiento, sino el punto de partida para la generación de cadenas de valor eficientes y sostenibles, para obtener productos y servicios de valor agregado. Turismo científico y cultural, gastronomía con base científica, producción de antifúngicos, antivirales, medicamentos anticancerígenos, agroquímicos, analgésicos, pesticidas, productos industriales, productos cosméticos, productos para el beneficio medioambiental, artesanía y diseño son solo algunos ejemplos de productos que se valorizarán e impulsarán desde esta Misión.

La información científica recolectada, analizada y divulgada permitirá:

- 1) guiar la formulación de políticas públicas de conservación de la diversidad, desarrollo sostenible, adaptación y mitigación del cambio climático. La investigación científica con que se cuenta, aún incompleta, indica que

es prioridad inaplazable detener la deforestación, la fragmentación y la contaminación de los ecosistemas de Colombia. 2) Es de igual relevancia, conocer y conservar las riquezas naturales que se encuentran en aguas subterráneas y en el océano profundo del Caribe y Pacífico colombianos.

Por su parte, la información cultural recuperada permitirá:

- La visibilidad y protección de los valores simbólicos, históricos e identitarios del patrimonio cultural, a la par que su valor económico en el marco de las crecientes industrias culturales y creativas del país.
- La articulación de una red de centros de documentación de patrimonio cultural que potenciará los esfuerzos que ya se vienen haciendo para su conocimiento y apropiación.
- El desarrollo no centralizado y homogenizado de contenidos culturales, el conocimiento de las diversas expresiones culturales de Colombia y su desarrollo a lo largo del país, lo que facilitará la expresión y potenciación de su diversidad y posibilitará la construcción de una economía creativa competitiva a nivel mundial.

El Museo Nacional de Historia Natural y Cultural servirá, en primer lugar, como repositorio de las colecciones y de la información generadas. En segundo lugar, como articulador de una red de museos y colecciones biológicas y culturales, zoológicos y acuarios. Y tercero, como espacio de acopio de información que permita la articulación entre los campos científico y empresarial, que propicie propuestas y emprendimientos de desarrollos sostenibles basados en la biodiversidad. De igual manera, servirá como espacio de formación cultural y científica, donde la ciudadanía pueda participar de las investigaciones y creaciones, al apropiarse y aportar al conocimiento científico y cultural del país.

La Misión se propone fortalecer las redes de jardines botánicos, zoológicos y acuarios, a partir de dinámicas o sistemas donde el conocimiento del ámbito natural pueda enriquecer el conocimiento de la sociedad y enfatizar la importancia de la biodiversidad en el país. Colombia es uno de los pocos países que cuenta con una Ley de Jardines Botánicos aprobada hace veinte años y una red de jardines muy activa que sufren, como muchas instituciones de CTI en Colombia, por la insuficiente financiación.

Además de los jardines botánicos, debemos incluir en esta Misión a los zoológicos y acuarios, los cuales cumplen misiones similares.

La Misión permitirá consolidar una red de centros de documentación que congregan información relacionada con el patrimonio cultural, que permita poner estos recursos al servicio de los investigadores y creadores del país, bajo políticas claras de datos abiertos para toda la sociedad. Mucha de la información relevante para la construcción de una mirada comprensiva del patrimonio cultural colombiano reposa en centros de documentación promovidos por entidades estatales, educativas o privadas, en temas como música, artes plásticas y visuales, artes escénicas, patrimonio arquitectónico y literatura. Estas entidades, sin embargo, no han estado articuladas al SNCTI y en muchos casos su acervo patrimonial no ha sido objeto de una investigación detallada y rigurosa por parte de académicos de esas áreas. La red nacional de centros de documentación patrimonial permitirá compartir buenas prácticas, facilitar la circulación de contenidos y servir de inspiración para la ampliación del patrimonio cultural.

En el contexto de la economía creativa, se desarrollarán estrategias que permitan la apropiación y el reconocimiento de las prácticas culturales locales, así como el respeto y protección del medio ambiente, la inclusión de conceptos que permitan valorar conocimientos, técnicas y tecnologías locales con aplicaciones diversas, incluyendo prácticas creativas en el contexto del arte. Esto, a su vez, permitirá la apropiación de contenidos, su resignificación y transformación junto con el impulso y desarrollo de innovaciones y prácticas económicas y comerciales. Por otro lado, se promoverá el desarrollo de prácticas sensibles que permeen los procesos de formación en diversos niveles y que logren un reconocimiento e inserción en los modelos de pensamiento en las diversas poblaciones, al resaltar la importancia de la complejidad y la diversidad del medio ambiente, junto con el desarrollo de estrategias vinculantes entre los diversos sectores y enfoques del conocimiento, con prácticas y emprendimientos creativos y culturales.

Para el sector agro se propone un modelo sostenible de producción mejorada de los principales cultivos del país, aplicando tecnologías convergentes, lo que conlleva una transformación de las cadenas de valor y suministro,

plataformas digitales que habiliten el conocimiento de sistemas sostenibles bio y nanotecnológicos de manejo del suelo y sanidad de las cosechas, así como comercialización en tiempo real para los cultivadores. El modelo sería replicable a otros cultivos para generar cadenas de valor agregado altamente diferenciadas, con conservación y uso de los recursos naturales, reducción de la contaminación de suelos y aguas, mediante la aplicación de tecnologías en cascada para la valorización de biomasa residual, con beneficios de sostenibilidad ambiental, social y económica, y de responsabilidad social y ambiental. La modernización del agro en la convergencia tecnológica tendría un impacto positivo en la economía y la sociedad colombiana, adicionalmente, contribuiría con la generación de empleo, la creación de empresas y la disminución de la pobreza en el mediano y largo plazo.

Es importante fomentar el desarrollo de productos para la salud, aprovechando la biodiversidad colombiana como oportunidad para avanzar en una soberanía sanitaria nacional y, más importante aún, para generar valor en las comunidades productoras de material vegetal, lo cual se traducirá en oportunidades económicas y mejoras en sus condiciones de vida al incorporarse en cadenas productivas circulares.

## Academia: investigación e innovación

El conocimiento de la diversidad cultural y natural de Colombia, mediante estudio científico y cultural, permitirá guiar los procesos de identificación, valoración, conservación y uso sostenible para la generación de conocimiento, el impulso de la productividad de varios sectores y el desarrollo de bioprocesos y bioproductos en industrias de diferentes sectores productivos (acuicultura y pesquería sostenibles, gastronomía, turismo científico y cultural, farmacéutica, agroecología, cosmética, etc.).

En primer lugar, se encuentra el aporte de la investigación en sistemas agroalimentarios que podría aumentar la productividad de este sector y garantizar la seguridad alimentaria y el desarrollo de la gastronomía, el turismo científico y cultural, así como otros sectores que ofrezcan alternativas de ingreso con valor agregado a la población colombiana, como puede ser la acuicultura continental y marina.

En segundo lugar, el conocimiento holístico (distribución, descripciones, genomas) de la biodiversidad terrestre y marina del país permite valorar los resultados de las Expediciones Bio, secuenciación genómica para nutrir el inventario de la diversidad genética, proyecto Colombia Earth Biogenome ([www.earthbiogenome.org](http://www.earthbiogenome.org)).

El tercer factor de impacto en la educación de la Misión Internacional de Sabios 2019 es la integración de las instituciones nacionales para generar un mapa de las “zonas intangibles” para la investigación del mar profundo (por ejemplo, frontera con Nicaragua, vecindad del galeón San José), para que la sociedad civil pueda aplicar a fondos internacionales de exploración, sin entrar en conflicto con estas regiones sensibles.

A su vez, se presenta un fortalecimiento del modelo investigación + creación (I+C) que respondería al hecho de que Colombia todavía presenta un rezago, en comparación con otros países, en el conocimiento de su patrimonio cultural. Esto se debe en parte a que solo en los últimos veinte años el país ha contado con una política cultural clara e incluso en este período no se han destinado los recursos suficientes para una tarea de ese tamaño. Una apuesta decidida y prioritaria por la producción de conocimiento en y sobre el patrimonio implica no solamente investigación, sino también un apoyo a la generación de conocimiento a través de la creación y la I+C.

Por otra parte, se promueve una adecuación técnica y normativa del patrimonio cultural para su aprovechamiento. Se debe hacer una apuesta por proyectos de investigación, I+C e innovación que avancen hacia un acercamiento entre normas, regulaciones y prácticas con carácter patrimonial, a través de desarrollos de materiales, técnicas y procesos, con el propósito de impulsar procesos productivos sostenibles, cualificar contenidos culturales para su circulación a nivel global, fortalecer el tejido social y potenciar las identidades culturales y el sentido de pertenencia de las comunidades<sup>3</sup>.

---

3 Un gran número de prácticas y bienes con declaratoria patrimonial están dejando de ocupar un lugar en la vida cotidiana de las comunidades debido a que no cumplen con estándares y normas requeridas por las autoridades. A manera de ejemplos,

La Misión le apunta a formular análisis de la información para guiar procesos de conservación del patrimonio cultural y de los recursos naturales. Por ejemplo, con los datos sobre heterocigocidad de una especie se pueden tomar decisiones sobre qué organismos deben ser reintroducidos en ciertas regiones para evitar problemas de depresión endogámica. Entender la relación entre la diversidad cultural y natural permite guiar más eficientemente los programas de conservación. De igual manera, es importante desarrollar prácticas en diversos niveles que establezcan en la práctica el relacionamiento entre lo cultural y natural, lo artístico y científico.

Por último, se promueve la aplicación del conocimiento para contribuir al cumplimiento de los ODS. Se desarrollarán y aplicarán nanotecnologías, biotecnologías y tecnologías de la información y comunicación para identificar y caracterizar propiedades potenciales en la biodiversidad y en los subproductos del procesamiento agroindustrial y de la industria verde para desarrollar bioproductos de alto valor agregado.

## Educación

Es importante formar una masa crítica para afrontar los nuevos retos de país. Proponemos una serie de convocatorias ambiciosas para la formación a todo nivel. Por otro lado, la educación ambiental y cultural debe ser un objetivo fundamental de instituciones como museos (particularmente del Museo de Historia Natural y Cultural), bibliotecas, salas de conciertos, salas de exposición, jardines botánicos, zoológicos y acuarios, entre

---

Se puede mencionar la construcción de vivienda palafítica, que tiene muchas ventajas por su adaptación al territorio y por ser un ejemplo de sostenibilidad, pero que está prohibida por no cumplir con normas de sismo-resistencia. Asimismo, la hoja de plátano no se puede usar como material para envolver alimentos por normas de salubridad y la cuchara de palo no puede ser usada en restaurantes por las mismas razones. El Ministerio de Cultura ha identificado cerca de ochenta casos similares, pero la articulación interinstitucional no es suficiente para encontrar soluciones que permitan el uso cotidiano de este patrimonio, se necesita conocimiento científico para abordar el problema.

otros. De igual manera, es fundamental fortalecer y propiciar procesos de intercambio y convenios, en los que estos espacios puedan articularse con el sistema educativo del país. De igual manera, el sistema educativo nacional debe enfatizar la importancia en temas como la preservación, protección, divulgación y apropiación ambiental y cultural, a través de diversas estrategias como la incorporación de estos temas en los lineamientos curriculares de acuerdo con las particularidades de cada región. Además, debe asegurarse la circulación y el intercambio nacional e interregional de contenidos sobre el patrimonio natural y cultural, que permita y posibilite la apropiación social de la diversidad.

Educar y promover la conciencia ciudadana son funciones centrales de los museos, jardines botánicos, zoológicos, acuarios, etc. Cabe resaltar y promover experiencias como la del Parque Explora en Medellín, el museo científico más visitado en Colombia, donde la exhibición más concurrida es el acuario.

La diversidad del país solo será reconocida como una realidad social en la medida en que las diferentes comunidades se apropien de ella y la mejor herramienta para ello es la educación. Además de los procesos educativos formales, debe asegurarse la circulación y el intercambio nacional e interregional de contenidos sobre el patrimonio cultural y natural para una apropiación viva de esta riqueza. Aunque gran parte de esta apropiación debe ocurrir en la educación básica y media, es necesario que, desde Minciencia, en articulación con el Ministerio de Cultura, se desarrollen estrategias para el conocimiento y divulgación del patrimonio cultural y la biodiversidad como escenarios de generación de conocimiento. De igual manera, es fundamental desarrollar estrategias de apropiación cultural en todas sus dimensiones, implementar procesos de valoración de la riqueza cultural y natural de Colombia, que enfatizan en la importancia de incorporarlo a la cotidianidad en nuestra sociedad. Al vincularlo en el contexto de formación y hacerlo parte del lenguaje común de los colombianos, será posible establecer una dinámica cotidiana en la que los científicos y artistas, así como las diversas manifestaciones del patrimonio, sean referentes fundamentales de la sociedad, para cimentar un modelo esencial e imprescindible de cultura ciudadana. En este sentido, los diversos centros de difusión, como museos,

salas de concierto, entidades de carácter cultural y los nuevos espacios no convencionales deberán articularse al sistema de educación del país, para convertirse en experiencias integradas a los programas de formación.

## Cooperación y colaboraciones

Es necesario hacer realidad la asociación entre academia, empresa, Estado, sociedad y ONG para completar esta misión. El estudio de la diversidad natural y cultural debe hacerse con la participación de la academia, las universidades, grupos de investigación, las comunidades en los territorios y la sociedad en general, con la inversión del Estado y la transferencia de conocimiento al sector productivo con el apoyo del sector privado. La cooperación regional e internacional, en particular sur-sur, también debe reforzarse para fomentar el conocimiento de nuestra biodiversidad y darle un lugar en el ámbito internacional. En este sentido, la Misión propone establecer y fortalecer asociaciones público-privadas nacionales e internacionales de gran alcance que involucren, parcial o totalmente, a la universidad, a los institutos de investigación o centros de desarrollo tecnológico y a las unidades de transferencia tecnológica, la empresa, el Estado y los actores regionales. Las colaboraciones entre el Estado, la universidad, la empresa y la sociedad permitirán ampliar la oferta formativa y de CTI en el país, lo cual será de interés social y económico para las empresas y para la sociedad.

Así, por ejemplo, el país necesita generar una estrategia negociada para explorar la biodiversidad del mar profundo en bloques de hidrocarburos, con cuya información ganan todos los actores. A esta estrategia se debe sumar la creación de un trámite *fast track* para el ingreso de embarcaciones de investigación internacional (por ejemplo, Okeanos Explorer, Nautilus, Atlantis, Falkor, Alucia, entre otras), cuando este se proyecta fuera de las áreas intangibles. Será fundamental adelantar convenios con la National Science Foundation (NSF) y ONG como Schmidt Ocean Institute, Ocean Exploration Trust y Ocean Exploration and Research, a través de Minciencia, así como con entidades de otros países como

NIWA (New Zealand), SCIRO (Australia), AtlantOS, Ifremer, para tener acceso a días de expediciones binacionales (Colombia-Estados Unidos, Colombia-Unión Europea), para la exploración del mar profundo y la adjudicación de espacios a los investigadores de la sociedad civil con un proceso basado en mérito, como en las convocatorias de recuperación contingente de Colciencias. Por lo tanto, resulta valioso promover este tipo de convenios para otros países, incluso para explorar en otras áreas de interés como la Antártica o en otros aspectos de la oceanografía. Un campo de intervención y colaboración de especial interés para esta misión es el del turismo científico y cultural sostenible.

Uno de los grandes motores de la actividad turística es el patrimonio cultural y natural colombiano expresado en paisajes, ecosistemas, especies nativas, festivales, arquitectura, música, técnicas artesanales y un sinnúmero de saberes y prácticas que atraen a viajeros de todo el mundo. Sin embargo, es evidente que la relación entre turismo y patrimonio no está exenta de riesgos y tensiones. La actividad turística debe ser sostenible tanto en temas ambientales como en lo relativo a la integralidad de las prácticas culturales que le representan un valor agregado. Para ello, se necesita priorizar procesos de investigación, creación e innovación, desde múltiples disciplinas, y en conjunto con el Estado y las empresas del sector, que contribuyan a una adecuada integración entre conservación, fomento y aprovechamiento de la diversidad en el ámbito del turismo. Adicionalmente, se deben priorizar estrategias de integración del sector comercial y empresarial, en iniciativas con énfasis en la integración del conocimiento como parte de las experiencias de desarrollo turístico en los sectores ambientales, naturales y culturales.

### Largo plazo

El cumplimiento de las metas de la Misión fue planeado a 2030, cuando todos los países adscritos deben rendir cuentas por los ODS. Sin embargo, como podemos ver en los objetivos e indicadores, se planean resultados a corto, mediano y largo plazo.

## Regionalización

La riqueza de Colombia en expresiones culturales y recursos naturales responde a su diversidad territorial, por lo que la apropiación social de esta riqueza debe ser regional. La bioeconomía y la economía creativa son modelos de desarrollo regional.

La apropiación social de la diversidad natural y cultural debe llevarse a cabo en cada región. Las universidades o institutos regionales deben involucrarse en los proyectos de bioprospección e i+c. La Misión se basa en el concepto de buenas prácticas. Estas deben ser reconocidas en las regiones y deben ser usadas para construir un mínimo conjunto de condiciones necesarias para implementar un modelo de bioeconomía en cada región, en las que cada una es un clúster de bioeconomía.

Por otra parte, la misión emblemática es pertinente para las diferentes regiones del país porque se ajusta a su infraestructura, recursos naturales, economía, capacidades y oportunidades. Esta Misión propone avanzar pilotos paralelos en las diversas regiones y en diferentes sectores productivos. Regiones como el Valle del Cauca y el Eje Cafetero pueden ser ejemplos a seguir para aplicar en otras zonas menos adelantadas, en términos tecnológicos y de educación, con una proyección a la acuicultura continental y marina.

## Internacionalización

Es importante incluir a Colombia en diálogos con países que han adoptado el modelo de bioeconomía como base para su desarrollo. El conocimiento no tiene fronteras y el país debe formar parte de iniciativas globales de investigación, como el Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Se espera que países como Reino Unido y Alemania sigan apoyando proyectos dentro del programa Colombia Bio. Sin embargo, conocer la megadiversidad de Colombia seguirá necesitando el apoyo de diferentes actores, para el impulso de la ciencia y la tecnología en el país.

Existe la posibilidad de integración con institutos de investigación y desarrollo de otros países, concededores de Colombia y especializados

en investigación aplicada de tecnologías convergentes e industria 4.0 en los sectores del agro y de la bioeconomía. En este sentido, es importante reforzar la cooperación científica y técnica bilateral y multilateral, así como la participación en programas internacionales, globales, de investigación y desarrollo, para buscar soluciones a problemas ambientales globales. Cabe mencionar la relevancia de participar en grandes convenios de biodiversidad, como Convention on Biological Diversity (CBD), y cambio climático, como World Climate Research Programme (WCRP) y el Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC); así como la capacidad de firmar acuerdos y convenios con instituciones extranjeras de excelencia científica para mejorar internamente con el apoyo de los mejores en el mundo.

### Soluciones ascendentes (*bottom up*)

Para lograr los objetivos de la Misión debemos tener una serie de soluciones, como convocatorias que permitirán generar conocimiento y tecnologías para diferentes sectores como el agro, la salud, las industrias culturales, entre otros. Debe enfatizarse que una sola convocatoria o una sola tecnología no permitirán la construcción del conocimiento base que necesita el país en el camino de desarrollos en torno a la bioeconomía y la economía creativa. Por esto, junto a las convocatorias necesitaremos fortalecer la formación y la retención del talento humano adscrito a los institutos del SINA, para fortalecer la red de jardines botánicos, la red de museos sobre infraestructura existente, crear museos de historia natural y cultural, desarrollar una red de centros de documentación del patrimonio, promover plataformas de interacción academia-empresa, diseñar herramientas fiscales para la participación de empresas en proyectos de I+D e I+C, fomentar programas de ciencia y cultura ciudadana, y potenciar el desarrollo de propuestas como los viveros creativos, los cuales se alimentan de la generación de conocimiento a partir de procesos que nacen de las iniciativas de la comunidad y la sociedad. De igual manera, es importante establecer estrategias a partir de los programas de educación y formación del país, en las que se generen modelos de participación de estudiantes en diversos niveles, con proyectos de experimentación, investigación y creación, en los que se

promueva el desarrollo de semilleros de futuros creadores e investigadores y que permitan la generación de nuevo conocimiento en diferentes niveles y etapas, para contribuir, además, en procesos de apropiación.

Por otra parte, un aspecto fundamental que se debe promover como parte de esta iniciativa es el “diálogo de saberes” que permite identificar, apropiar y potenciar conocimientos culturales regionales. Este diálogo debe darse en igualdad de condiciones por sus partes, propiciar la valoración de los participantes y el reconocimiento de potencialidades particulares, en un proceso de integración y construcción.

Además, deben propiciarse mecanismos de construcción participativa que surjan desde la base de la sociedad, en los que se involucren actores y comunidades regionales, a partir de problemáticas propias de los territorios. Asimismo, es preciso propiciar, en la cadena de formación, prácticas y experiencias que puedan ser escaladas y en las que a partir del planteamiento de problemas y el desarrollo de soluciones, sea posible construir procesos integrados entre la comunidad y el Estado, la empresa y la comunidad académica.

## Convergencias

Esta Misión aborda temas científicos (conocimiento de la biodiversidad), temas culturales (reconocimiento y preservación del patrimonio cultural), áreas tecnológicas (bio, nano, info y cognitivas) para ser transferidas a la sociedad, temas económicos (modelo de bioeconomía), ciencias sociales y de la educación (apropiación del conocimiento y su transferencia). En consecuencia, para cumplir sus objetivos debe posibilitarse la interacción entre academia, empresa, Estado y comunidad, como fue explicado anteriormente. Varios ministerios deben estar involucrados en la construcción del reto: 1) Salud y Protección Social; 2) Minas y Energía; 3) Comercio, Industria y Turismo; 4) Agricultura y Desarrollo Rural; 5) Ambiente y Desarrollo Sostenible; 6) Educación; 7) Trabajo; y 8) Cultura.

Por otra parte, la Misión es el escenario propicio para que innovadores y emprendedores sociales tengan la posibilidad de aprovechar de manera sostenible los beneficios del conocimiento de la biodiversidad y del

patrimonio cultural. Para que el aprovechamiento de la diversidad sea más eficiente y conduzca al desarrollo económico y el bienestar de la sociedad, es requisito fortalecer la conectividad de los actores, así como el manejo, la privacidad y la integridad de los datos. Para lograr esto, es importante fomentar el diálogo entre academia, sociedad, Estado y empresa.

En un mundo en constante transformación, en el que las áreas de conocimiento evolucionan a un ritmo vertiginoso e insospechado, es fundamental propiciar encuentros entre diversas áreas de conocimiento, especialmente aquellas que guarden distancia dado su contexto disciplinar. Contextos históricos como el Renacimiento han demostrado la importancia de encontrar soluciones a partir de metodologías, técnicas, modelos y planteamientos de áreas de conocimiento no afines.

## Gobernanza

Por mandato de la Vicepresidencia de la República, el reto de la gobernanza será coordinado por Minciencia. Los otros ministerios involucrados en esta misión son 1) Salud y Protección Social; 2) Minas y Energía; 3) Comercio, Industria y Turismo; 4) Agricultura y Desarrollo Rural; 5) Ambiente y Desarrollo Sostenible; 6) Educación; 7) Trabajo; y 8) Cultura. La coordinación será entonces interministerial, bajo el supuesto de que la suma de los ministerios beneficia al país. Dado que la misión tiene un enfoque territorial, los ministerios deben coordinar sus esfuerzos en enlace con los entes regionales, secretarías de ciencia y tecnología, consejos regionales de competitividad y demás organismos.

## Financiación

La Misión supone tener una fuerte asociación público-privada. Las convocatorias de innovación abierta suponen la suma de recursos públicos y privados. Para las convocatorias de Colombia Bio 2.0, actualmente, la convocatoria tiene un presupuesto de 2000 millones. Para ser ambiciosos y cumplir con las metas de esta Misión, se recomienda que las convocatorias de innovación abierta por región cuenten por lo menos con 10000 millones

entre recursos públicos y privados. En general, para las convocatorias de innovación abierta en sectores específicos: acuicultura y pesca, sistemas agroalimentarios, industria y manufactura, se debe disponer de por lo menos 10000 millones por sector.

Por su parte, el Museo Nacional de Historia Natural y Cultural debe contar con decidida inversión inicial del Estado, pero también con una enérgica campaña de consecución de fondos por donaciones y aportes privados.

En cuanto a la formación y retención del talento humano, debe ser un compromiso público-privado que no solo se cuente con recursos suficientes para la formación y la contratación del personal mencionado, sino que el Gobierno debe comprometerse con una reforma tributaria para favorecer a los sectores que apoyen el desarrollo de la bioeconomía y la economía creativa.

## Misión emblemática: ciencias abiertas, datos abiertos

Juan Armando Sánchez  
Carlos Edwin Gómez

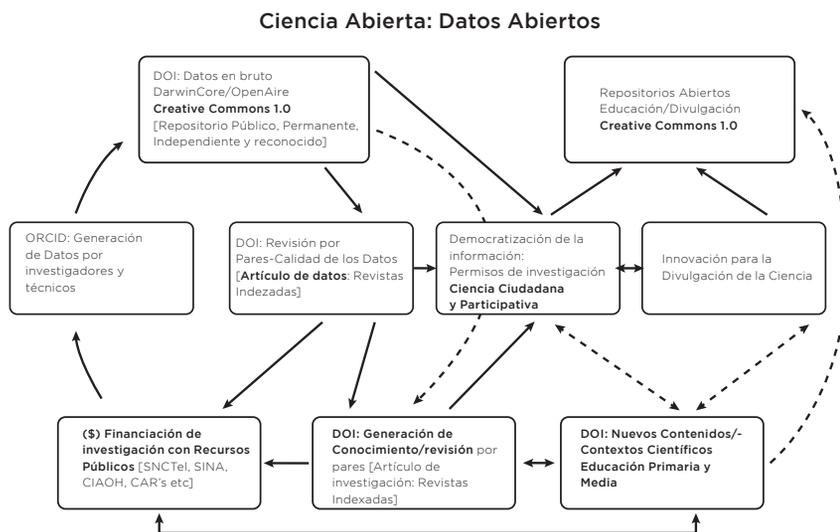
Parte del desarrollo integral económico de las naciones se debe en gran medida al reconocimiento de los datos como un elemento importante para generar valor social y económico agregado. La tendencia hacia datos abiertos en ramas de CTI ha cerrado la brecha del conocimiento al permitir que investigadores, estudiantes, así como diferentes actores de la sociedad civil (no-académicos), tengan acceso a la información a nivel mundial. Es precisamente aquí donde se marca la pauta para ser más competitivos y generar productos de valor agregado.

El uso de mega-datos o *Big Data* facilita la toma de decisiones y permite el modelamiento —con apoyo en inteligencia artificial— con el propósito de planear y predecir. Este concepto parte de la idea de hacer más accesible el uso de datos sin restricciones, que permita el reuso y la reinterpretación de la información. Sin embargo, la misma interpretación de los datos radica en la correcta clasificación y codificación de estos. Es necesario que los gobiernos acrediten y pongan en marcha leyes que promuevan datos abiertos para reuso y reanálisis (Ley 1712 de 2014, Presidencia de la República). De esta forma, los datos abiertos generan democratización de la información mediante modelos de ciencia ciudadana.

Para los diferentes focos temáticos que conforman la Misión Internacional de Sabios 2019, un sinónimo de datos abiertos y/o ciencia abierta es hablar de conocimiento abierto, más explícitamente de “democratización del conocimiento”. Las motivaciones son varias: ser socialmente responsables, favorecer la cultura científica y la apropiación social del conocimiento, fortalecer la visibilidad de la investigación-creación de Colombia y aumentar el impacto de la investigación-creación.

## Ciencia abierta: datos abiertos

Esta propuesta aumentaría la capacidad de respuesta del SNCTI y del Estado ante problemas emergentes (por ejemplo, cambio climático, desastres naturales, etc.) y daría un valor agregado a las inversiones con recursos públicos. El objetivo de esta iniciativa es establecer las condiciones para garantizar la universalidad del conocimiento con énfasis en *datos en bruto* (raw data) abiertos. Para fomentar la ciencia abierta se plantean los siguientes objetivos específicos: 1) reconocer la importancia de los datos abiertos como un activo social y económico para hacer accesible la información a través de repositorios de datos y artículos de datos, como sello de su calidad y rigurosidad, procurando el beneficio, incremento, impacto y visibilidad de la investigación en CTI. Asimismo, fortalecer la capacidad institucional para la gestión de datos y la productividad a partir de estos. 2) Ciencia abierta o democratización del conocimiento, tiene como meta asegurarse que el conocimiento generado por el SNCTI llegue a la sociedad y tenga un impacto en la generación de política pública, el sistema educativo y el ciudadano del común (figura 28).



**Figura 28.** Diagrama de la integración de la democratización del conocimiento en el contexto de ciencia y datos abiertos, los dos ciclos deben funcionar como engranajes en respuesta al motor de producción de datos

Haciendo referencia al uso correcto de los datos abiertos y su respectivo crédito y/o citación, es importante resaltar que se deben incluir en formato de publicación, ya sea como repositorio, base de datos, etc., acompañada con el artículo del cual provienen los datos. Aquí aparecen los formatos de “repositorio de datos” y los “artículo de datos” (*data paper*). A diferencia de simplemente subir los datos a un repositorio, el “artículo de datos” es el control de calidad por pares, lo que garantiza que seguirán siendo de utilidad en un futuro cuando se reanalicen o se usen como referencia comparativa.

Un artículo de datos, además de direccionar al repositorio de estos, es un documento que presenta una revisión por pares y es publicado en revistas indexadas como prueba de su rigurosidad científica. Es importante que el repositorio sea independiente a la institución que lo genera, que sea público, sin restricciones de acceso y que tenga los mismos estándares para toda Colombia. Este tipo de artículo no requiere de un análisis o transformación de los datos, sino solamente que estén depositados en su formato bruto y debidamente etiquetados, incluyendo los aspectos metodológicos de su obtención, dentro de los estándares de las disciplinas de trabajo. Es decir, los datos primero se depositan en un repositorio abierto al público y el artículo de datos es el metadato que incluye una descripción y posible utilidad de estos, los detalles de su obtención, incluyendo los créditos y autorías.

## Formatos y repositorios

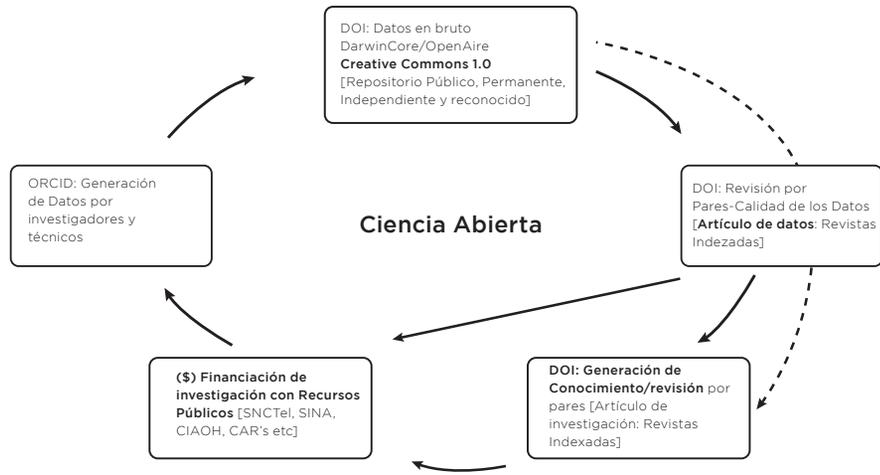
Se sugiere seguir el estándar internacional de archivo de datos de OpenAire (<https://guidelines.openaire.eu/en/latest/>), así como los formatos actualmente en uso (Genbank, Darwin Core, etc.) y usar repositorios interoperables (<http://www.lareferencia.info/es/>). El artículo de datos podría hacerse en cualquier revista indexada por Publindex que acoja el formato, con la información suficiente para que se pueda hacer una revisión por pares sobre la calidad y replicabilidad de los datos. Opcionalmente, los autores tendrían un límite razonable, generalmente de uno a dos años, para liberar el uso de los datos, como se realiza por ejemplo con secuencias de ADN en

GenBank (NCBI). Esto con el objetivo de permitir que el investigador realice una o más publicaciones con el procesamiento y análisis de los datos. Sin embargo, dado que estas publicaciones por diversas razones podrían no concretarse, una política de datos abiertos debe reglamentar la liberación de los datos, especialmente si son obtenidos con recursos públicos, para asegurar su disponibilidad y perdurabilidad en el futuro. Esto no solo le da un valor agregado a cada inversión en CTI, sino que estandariza el rigor científico y ético del sistema.

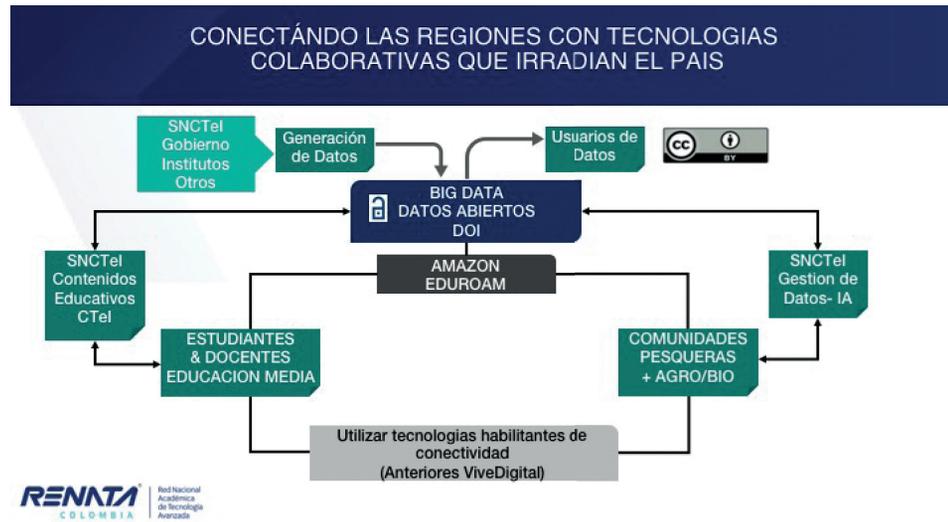
## Identificadores digitales

Adicionalmente, no es un secreto que muchas bases de datos en bruto nunca se liberan, pese a que se realizan publicaciones sobre estos datos. La tendencia actual OpenData/OpenScience promueve entre sus buenas prácticas la publicación de los datos en bruto, con identificador de los investigadores y técnicos (ORCID), un repositorio y artículo de datos indexado, ambos con un identificador digital o doi, o como un complemento en una publicación completa (que evitaría el artículo de datos, pero no lo excluye si también se realiza). La adherencia a estos principios, sin embargo, es voluntaria o es un requisito de algunas revistas, por lo que reglamentar este proceso es necesario para lograr un cambio cultural dentro del sistema de CTI y en otras fuentes de tomas datos en bruto, como en el licenciamiento ambiental (figura 29).

Todas las propuestas de la Misión Internacional de Sabios requieren de una conectividad sólida mediante redes avanzadas de última tecnología (Cabezas y Bravo, 2010), con las instituciones de educación superior (IES) y con las regiones de Colombia (figura 30).



**Figura 29.** Esquema del ciclo de la generación de datos abiertos para la ciencia abierta producto de financiación con recursos públicos



**Figura 30.** Propuesta para conectar las regiones con la ciencia abierta  
Fuente: cortesía Renata.

## Misión emblemática: exploración del mar profundo

*Juan Armando Sánchez  
Carlos Edwin Gómez  
Sabrina Speich*

El mar profundo es la última frontera de exploración en la Tierra. Asimismo, el inmenso volumen oceánico encima de este es aún menos conocido. Por sus altos costos, sin colaboración internacional Colombia seguirá rezagada en estudiar la biodiversidad de sus océanos profundos. Por ejemplo, para obtener 56 000 registros de corales de profundidad la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA) requirió de 58 cruceros de investigación, donde se condujeron 830 buceos en 17 sumergibles diferentes que tomaron 33 000 corredores de observación durante 30 años de la costa Atlántica de Estados Unidos (OER-NOAA, s. f.). Pese a esto aún no han logrado completar las observaciones profundas de toda su zona económica exclusiva.

En Latinoamérica se destaca el avance y la colaboración internacional de Ecuador que en los últimos cinco años ha realizado diferentes campañas de investigación oceanográfica internacionales, todas con plataformas de investigación equipadas con última tecnología para la exploración de profundidad. También se destaca el caso de Costa Rica, un país cuyo territorio es más de 90% mar, que siempre ha realizado investigaciones con cooperación internacional. En este sentido se hace necesario implementar un esquema de cooperación internacional que apoye la investigación marítima en Colombia y para ello formulamos la siguiente propuesta (figura 31).

Respecto a la Unión Europea (UE) se destacan colaboraciones importantes con diferentes países del continente americano, como Canadá y

## Cooperación Internacional para la Exploración Marina

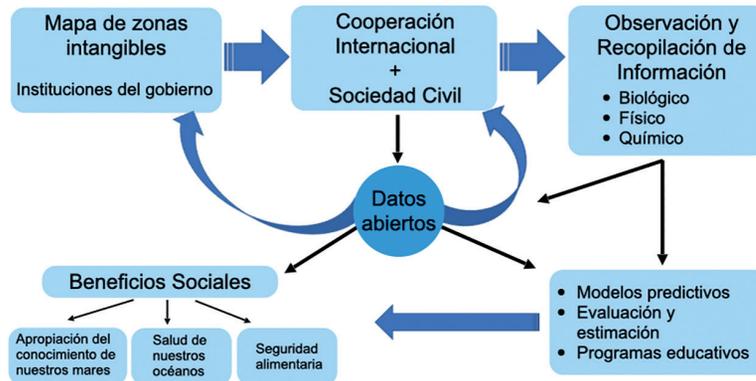


Figura 31. Esquema resumen para la cooperación internacional en exploración marina

Estados Unidos en el 2003, así como la alianza entre Sudáfrica y Brasil (2017), con el propósito de realizar cooperación internacional para el estudio y entendimiento de las dinámicas físicas, químicas y biológicas del océano Atlántico y su relación con factores de cambio climático en la región. Estos acuerdos son importantes porque fomentan la colaboración internacional y promueven el uso de datos abiertos en repositorios que faciliten la interoperabilidad, además de promover los observatorios marinos para un manejo sostenible de los recursos oceánicos. Por ejemplo, el proyecto Sistema de Observación de todo el Océano Atlántico, AtlantOS, busca optimizar los sistemas de observatorios marinos en toda la cuenca del océano Atlántico en colaboración con múltiples instituciones y países que hacen parte de esta región (De Young *et al.*, 2019). Desde 1991, el Sistema Global de Observatorios Oceánicos (GOOS, por sus siglas en inglés) nació como una necesidad global de entender el papel de los océanos en la regulación del clima, sin embargo, actualmente se ha ampliado también a temas de servicios ecosistémicos, salud de los ecosistemas marinos y

seguridad alimentaria, de esta forma, ha venido trabajando para ampliar la red de observatorios marinos tanto en zonas oceánicas como costeras. Gracias a las alianzas regionales, redes globales, observación *in situ*, oceanografía, etc., se han abierto nuevas posibilidades de colaboración entre regiones. Actualmente, GOOS opera dentro de los lineamientos de los ODS de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas para océanos y recursos marinos.

Aunque todas estas iniciativas se concentran en el océano Atlántico, esto no excluye la posibilidad de crear iniciativas similares o ampliar el rango de cobertura para la región del Caribe donde se pueda coleccionar información clave de los océanos y fondos marinos y que nos permita integrar diferentes aspectos de tipo biológico, ecológico y socioeconómico, puntos importantes para la llamada economía azul y la seguridad alimentaria.

### Propuesta: pesca y acuicultura responsables<sup>4</sup>

El tema ha sido ampliamente tratado por la Misión Internacional de Sabios, en el capítulo 2 de este documento se diagnosticó la situación de los recursos pesqueros marino-costeros, insulares y continentales, incluida la acuicultura y la pesca ornamental. A manera de reflexión, somos un país con alta biodiversidad, pero baja biomasa aprovechable, además, el 80% de las poblaciones ícticas aprovechadas están en riesgo de extinción.

A escala global ocupamos el puesto 81 en capturas y el 72 en acuicultura, entre los 249 países y territorios clasificados en las estadísticas de la FAO en pesca y acuicultura, con una participación del 0,1% de las capturas mundiales de peces. El porte de la pesca al PIB presenta una

---

4 Compilado con insumos de: Francisco de Paula Gutiérrez (Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, UJTL), Luis M. Manjarrés (Universidad del Magdalena), Juan Mayorga (Global Forest Watch, GFW), Edwin Agudelo (Sinchi), Juan Carlos Alonso (Fundación Natura), José Saulo Usma (WWF), Luz Stella Gómez Giraldo (WWF), Luis Fernando Gómez (WWF) y Juan Armando Sánchez (Universidad de los Andes).

tendencia decreciente para el período 2004-2012. Es así como en 2004, la pesca representó el 0,22% mientras que para el 2012 su contribución cayó al 0,17%. Con respecto a la acuicultura, el aporte al PIB nacional es de 0,7%, siendo la agroindustria de mayor crecimiento.

En esencia, se propone una transformación responsable de la pesca y la acuicultura, para fortalecer las cadenas de valor y negocios de la pesca (costera y continental), de la acuicultura y de la pesca ornamental, mediante investigación orientada por CT+I. A esto debe sumarse el fortalecimiento institucional, acuerdos de co-manejo y zonas de pesca –toma de decisiones y de información compartida– con una acuicultura con especies nativas, soportada en la investigación y posterior implementación de los paquetes tecnológicos. Estas son alternativas que deben contemplarse de forma integrada ya que constituyen una estrategia que aportaría a la disminución de la presión sobre los recursos pesqueros, el aumento del ingreso per cápita de los pescadores y pequeños acuicultores, y al cuidado de la calidad del agua (figura 32).



Figura 32. Diagrama resumen de pesca y acuicultura responsables

Está suficientemente documentado que el acceso libre a los recursos pesqueros conduce inexorablemente a la sobreexplotación de estos, máxime cuando no hay planes de manejo adecuados y suficientes que contribuyan a amortiguar esta situación, además de poca capacidad estatal para garantizar el cumplimiento de las normas existentes (débil o nulo *enforcement*). Las tendencias mundiales, particularmente para países en vías de desarrollo y con datos limitados, consisten en el manejo participativo o co-manejo aplicado en zonas con derechos de uso (caso de los Territorial Use Rights For Fisheries, TURF) o de zonas exclusivas de pesca artesanal que implican derechos y deberes. Con acceso abierto, lo más seguro es que se genere la trampa social que conduce a la *tragedia de los comunes*.

## ¿Cómo implementar la pesca y acuicultura responsables?

### Lineamiento 0. Fortalecimiento institucional

Antes de iniciar cualquier medida se requiere un fortalecimiento institucional mínimo que garantice el cumplimiento de las normas vigentes del sector para asegurar las condiciones mínimas para la salud y el trabajo digno en los recursos hidrobiológicos. En esta dirección, las autoridades ambientales deben comprometerse a actualizar la línea base de las fuentes de contaminación y asumir como meta eliminarlos. Asimismo, deben concertar límites de contaminantes en zonas marinas y costeras y ajustarse a los estándares mínimos de contaminantes de la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Fortalecimiento institucional de la autoridad competente (AUNAP):

- Voluntad política para coordinar acciones de conservación, control y vigilancia de peces con las comunidades locales, ONG, CAR, Ministerio de Turismo e Invima. Mención aparte merece la articulación que debe haber con Parques Nacionales que desconoce la pesca en áreas protegidas bajo el eufemismo del “aprovechamiento de recursos hidrobiológicos”.
- Inversión en capital humano que hace control en los aeropuertos de Inírida y Puerto Carreño por donde sale el 90% de los peces ornamentales que exporta Colombia.

- Capacitación del personal de campo en la correcta identificación de las especies de peces de valor comercial (ornamental, consumo y deportivo).
- Diseñar e implementar un efectivo sistema de cuantificación del número de peces ornamentales de agua dulce por especie que salen por los aeropuertos de Puerto Carreño (Vichada) e Inírida (Guainía) hacia Bogotá y Villavicencio. Este sistema permite controlar las cuotas legales de extracción de cada especie ornamental.
- Fortalecimiento tecnológico con escáner que facilite el conteo de peces en los aeropuertos de Inírida y Puerto Carreño, como Vaki Aquaculture Systems y Calitri Technology. Detection and Counting for Aquaculture.
- Regulación de la pesca deportiva responsable, estableciendo capacidad de carga para los principales centros de la actividad en Colombia (ríos Bitá, Mataven y Vichada).
- Armonizar las normas pesqueras nacionales en ríos fronterizos (tallas mínimas de captura, vedas y lista de especies que se pueden comercializar).
- Vincular a la academia y al gobierno central en los procesos que se lleven a cabo en el territorio para que tengan un contexto real de las regiones.

### Lineamiento 1. Co-manejo y zonas de pesca artesanal

El co-manejo, o manejo participativo, implica que las comunidades contribuyen activamente a seguir prácticas sostenibles, aportan su conocimiento ancestral y establecen una relación con las autoridades de respeto mutuo, al participar de la toma de decisiones en un ambiente de colaboración y confianza. Se sugiere que este esquema permita la recuperación de la pesca en la plataforma continental, así como su aprovechamiento sostenible. Un tema que amerita una evaluación actualizada (por lo menos en el caso del Caribe) es el impacto que ha tenido la veda económica de la flota industrial de arrastre camaroneo, que pasó de tener más de 100 barcos en la década de 1990 a solo 1 barco operando en la actualidad. En virtud de esta veda económica, cabría esperar una sensible recuperación de los

peces demersales y bentónicos que conforman la captura (*bycatch*) de esta flota industrial, lo que ameritaría verificarse mediante cruceros de evaluación de recursos demersales en el Caribe colombiano. Asimismo, cabe resaltar procesos de este tipo llevados a cabo en la costa norte de Chocó, que sirven de ejemplo para otras regiones en el Pacífico, donde debería realizarse este tipo de evaluación de recursos, por ejemplo, el caso de la harina de pescado por pesca de medianos pelágicos, flota que desapareció.

## Lineamiento 2. Fortalecer monitoreo biológico y comercial

Desde el año 2012, la Universidad del Magdalena es el operador del Servicio Estadístico Pesquero Colombiano (SEPEC). Aun cuando la ley que creó este servicio fue promulgada en 1990 (Ley 13) y reglamentada al año siguiente (Decreto 2256), el SEPEC empezó a funcionar en el 2012. En ese año, por encargo inicialmente del Ministerio de Agricultura, la Universidad diseñó e implementó la plataforma informática del SEPEC. Desde el 2013 hasta la fecha, mediante convenios o contratos suscritos directamente con la AUNAP, se han venido introduciendo mejoras en la plataforma, hasta llegar a su versión actual; así mismo, se ha registrado, procesado y difundido la información estadística del país, en cuatro componentes: pesca de consumo artesanal e industrial, producción e infraestructura de acuicultura, pesca de ornamentales y comercialización.

Desde 2016, la Aunap ha tenido a su cargo el Programa de Observadores Pesqueros de Colombia (POPC), que consiste básicamente en realizar muestreos a bordo de embarcaciones industriales y algunas que podrían considerarse de pesca artesanal avanzada. En lo concerniente al componente de pesca de consumo del SEPEC, este año están siendo monitoreados 178 sitios de desembarco artesanal en el país (incluyendo los dos litorales y las principales cuencas hidrográficas del país) y las producciones de pesca industrial de los dos litorales. En cada uno de estos sitios se tienen colectores de campo, muchos de los cuales vienen trabajando con la Aunap desde el 2012. A su vez, cada litoral o cuenca cuenta con un supervisor de campo y por lo menos un analista de información. Una visión más detallada de la plataforma informática del SEPEC se puede obtener en la página de la AUNAP.

Desde el 2017, gracias a una encuesta estructural de sitios de desembarco y Unidades Económicas de Pesca (UEP) artesanal realizada en todo el país, se pudo obtener el marco muestral que, mediante la implementación de un muestreo estratificado, permitió estimar por primera vez la producción de pesca artesanal del país (anteriormente solo se reportaba la producción de los sitios muestreados).

Lo ideal es contar con una aplicación para que los pescadores puedan ingresar su información de forma más fácil. En esa dirección, desde el 2017, se incluyó en el convenio respectivo una actividad denominada “Generación de competencias para el registro de información biológico-pesquera”, cuyo objetivo fue capacitar a pescadores de algunas comunidades piloto del Caribe en temas de taxonomía, muestreo, registro de datos biológico-pesqueros (tallas, sexo, madurez gonadal) y alfabetización informática, quienes fueron evaluados al final de la capacitación con el propósito de seleccionar a los colectores de campo del SEPEC en sus respectivas comunidades. Estas capacitaciones resultaron fundamentales para garantizar una buena calidad de los datos, por ejemplo, es clave discriminar los desembarcos a nivel de especie y los pescadores acostumbran a agrupar las especies en grupos taxonómicos de menor resolución (pargos, mojarras, etc.), atendiendo más bien a criterios comerciales. Este ejercicio se puede extender a todo el territorio nacional apoyado por el fortalecimiento y la transformación digital que está promoviendo la Misión de Sabios.

Colombia podría generar un modelo propio o involucrarse en alguna de las opciones que están en marcha internacionalmente (como Pelagic Data Systems). Estas iniciativas han desarrollado un modelo de negocios donde implementan su tecnología (con costo para los pescadores) con el supuesto que esto les traerá mejores precios por kilogramo. Hay otros programas de pequeña escala que se ven prometedores como el de la Universidad del Sur de California, que está desarrollando dispositivos GPS y con tecnología celular a costos muy bajos y se los dan gratis a pescadores artesanales de tres comunidades. Llevan usándolos por un par de años y están muy contentos pues ha ayudado con la cohesión social y el empoderamiento de las comunidades al ser ellas quienes colectan su propia información. Desde

Global Fishing Watch se acaba de lanzar una iniciativa para instalar diez mil dispositivos en embarcaciones artesanales en los próximos diez años y se está haciendo un análisis de factibilidad para identificar las regiones y comunidades donde el programa tenga más probabilidades de funcionar y donde los pescadores resulten más beneficiados. Todo esto se encuentra en una etapa muy temprana y Colombia está a tiempo de participar activamente.

### Lineamiento 3. Acuicultura y peces ornamentales

La acuicultura en Colombia es una de las pocas industrias en crecimiento, pero con especies introducidas de otras regiones, como la tilapia (mojarra) y la trucha, ambas de moderada calidad y actualmente declaradas domésticas. Estas y otras especies de peces que se cultivan han sido el producto de investigación científica a largo plazo, al menos diez años. Otros casos son la cachama, desarrollada en Brasil, y recientemente el pangasius, conocido como basa, desarrollado por China y los demás países que comparten el río Mekong. La basa, que prácticamente ha invadido nuestros mercados y erróneamente se ha introducido en Colombia, se plantea como una nueva apuesta de la acuicultura nacional. Además, de los irreversibles impactos ambientales que esto puede ocasionar, como ha ocurrido con la mojarra y la trucha, es apostarle otra vez a un producto de baja calidad que distrae los esfuerzos de donde verdaderamente los debemos enfocar, a saber, nuestras especies nativas. En Colombia debemos insistir con el cultivo del pirarucú, bagres y peces ornamentales, pero con un esfuerzo articulado, interinstitucional y al largo plazo, con la participación de la academia y el sector privado, así como con un fortalecimiento de la educación y las capacidades locales. ¿Qué mejor meta para un país anfibio como Colombia que el desarrollo de la acuicultura de sus especies nativas?

Conocimiento científico, acuicultura y bienestar de comunidades locales pueden ir de la mano. Podemos ampliar el mercado nacional de peces ornamentales nativos si logramos encadenar estos cinco aspectos:

- Incluir el conocimiento del patrimonio natural en la educación primaria y secundaria, a partir del reconocimiento de la alta riqueza

de peces dulceacuícolas (1500 especies) y su estrecha relación con las selvas que se pueden “experimentar” en centros de divulgación científica como Maloka, el Parque Explora y el acuario del Zoológico de Cali, entre otros.

- Involucrar a los pescadores locales en la toma y monitoreo de información en campo y en aeropuertos claves (SEPEC).
- Promover el apoyo de las universidades, los institutos de investigación y el SENA a la investigación local en especies de alta demanda y valor como arawanas, rayas de río, escalares y otocinclus (manejo en humedales).
- Incentivar, mediante una estrategia/campaña de comunicaciones, que los colombianos y los extranjeros compren las especies ornamentales de acuerdo con sus temporadas de abundancia.
- Generar un trabajo conjunto en épocas de veda entre las comunidades locales, las CAR y la AUNAP, para mejorar la integridad de sus humedales (siembra de pepeaderos, limpieza de humedales, control y vigilancia local).

### Síntesis: pesca y acuicultura responsables

Proponemos una transformación responsable, basada en CT+I, de la pesca y acuicultura. En resumen, la meta es fortalecer las cadenas de valor y negocios de la pesca (costera y continental) y la acuicultura. Mediante investigación orientada por CT+I se realiza un fortalecimiento institucional, se establecen acuerdos de co-manejo y zonas de pesca —en un proceso de toma de decisiones y de información compartida—, incluyendo pesca comercial enfocada en el ecoturismo, y un fortalecimiento del área de peces ornamentales, con investigación centrada en acuicultura de especies nativas. Estas alternativas se deben contemplar de forma integrada ya que constituyen una estrategia que aportaría a la disminución de la presión sobre los recursos pesqueros, el aumento del ingreso per cápita de los pescadores y pequeños acuicultores, y ayudaría a prevenir el deterioro de la calidad del agua e incluso la deforestación en zonas selváticas.

# Propuesta manejo de la flota blanca

*Juan Armando Sánchez  
Carlos Edwin Gómez*

Colombia cuenta con cuatro buques oceanográficos (BO) activos para misiones de índole civil, destinados principalmente a la investigación científica y están dotados con diferentes laboratorios (químico, oceanográfico, geológico) que pueden prestar sus servicios a un grupo de investigación interdisciplinario (CIOH, 2019). Varios de estos buques cuentan con equipos de alta tecnología como ecosondas multihaz capaces de realizar mapeo en 3D de los fondos marinos. Sin embargo, son evidentes las restricciones que tienen los miembros de la sociedad civil para utilizarlos o participar en expediciones. Esto se debe principalmente a la falta de una política inclusiva de su uso y de recursos para esto.

Dentro de las últimas adiciones para el desarrollo de la investigación marina en Colombia se encuentran el ARC Caribe, a la fecha inoperante, y el ARC Roncador, que cuenta con uno de los mejores equipos de investigación del país. En el litoral Pacífico, operan principalmente el BO ARC Gorgona y el ARC Malpelo que han prestado servicios de investigación exclusiva de la Armada Nacional y la Dimar para diferentes proyectos de carácter regional (por ejemplo, el Estudio Regional del Fenómeno del Niño, ERFEN). Adicionalmente, el ARC Providencia posee equipos que le permiten hacer investigación hasta los 3000 m de profundidad y posee un equipo ROV (Remotely Operated Vehicle) con capacidad para inmersión autónoma de hasta 200 m.

La exploración y caracterización de los fondos marinos es de vital importancia para la soberanía y la economía, dada la gran cantidad de recursos naturales que se encuentran en el mar profundo (petróleo, metales preciosos y raros, recursos pesqueros, productos farmacéuticos, biodiversidad, etc.). Colombia tiene una altísima biodiversidad marina en aguas someras y existe la necesidad de mejorar la comprensión de los

**Figura 33.** Esquema resumen de la propuesta para el uso y aprovechamiento de la flota blanca



ecosistemas de aguas mayores a 150 m que existen en el país para mitigar los posibles efectos de actividades de extracción de recursos naturales. Resulta válido anotar que aproximadamente el 44 % del territorio colombiano se encuentra sumergido, el conocimiento de los fondos marinos más allá de una profundidad de 150 m es limitado. Hasta el momento no se han realizado estudios visuales sistemáticos ni muestreos selectivos en éstas áreas, lo que hace que el potencial de nuevos descubrimientos sea extremadamente alto (figura 33).

### ¿Cómo hacer cooperación internacional para explorar el océano posible?

#### Acción 0

Las instituciones nacionales deben generar un mapa de las “zonas intangibles” para la investigación del mar profundo (por ejemplo, en la frontera con Nicaragua, vecindad del galeón San José), que se espera sea una minoría del área, para que la sociedad civil pueda aplicar a fondos internacionales de exploración sin entrar en conflicto con estas regiones

sensibles. Asimismo, se debe permitir una forma negociada de explorar la biodiversidad del mar profundo en bloques de hidrocarburos, con cuya información todos los actores ganan. Por último, es importante generar un trámite *fast track* para el ingreso de embarcaciones de investigación internacional (por ejemplo, Okeanos Explorer, Nautilus, Atlantis, Falkor, Alucia, entre otras) cuando esta se proyecta fuera de las áreas intangibles.

#### Acción 1

Minciencia debe realizar un convenio con la NSF y con ONG como Schmidt Ocean Institute, Ocean Exploration Trust y Ocean Exploration and Research, así como con entidades de otros países como Niwa-New Zealand, Sciro-Australia, AtlantOS, Ifremer, entre otras, para tener acceso a días de expediciones binacionales para la exploración del mar profundo y adjudicación de espacios a los investigadores de la sociedad civil con un proceso basado en mérito, como la convocatoria de recuperación contingente de Colciencias. Es recomendable, además, promover este tipo de convenios con otros países para explorar otras áreas de interés como la Antártida u otros aspectos de la oceanografía.

# Propuesta de educación sobre la riqueza biótica y ambiental de Colombia

*Juan Armando Sánchez  
Andrés Franco Herrera*

El país no cuenta con formación adecuada en colegios sobre la riqueza de la biota de los ríos y mares colombianos, del medio ambiente y del entorno natural en general, lo cual es evidente en los resultados de las pruebas Icfes Saber 11 y más recientemente en las pruebas Pisa, se hace necesario impulsar acciones en este sentido, máxime cuando Colombia es signatario de múltiples compromisos multilaterales globales, regionales o nacionales, como las metas establecidas en el PND 2018-2022, que propenden por superar las tendencias medioambientales y el inadecuado manejo y aprovechamiento de los recursos naturales. Por lo tanto, debe hacerse un esfuerzo para mejorar la base del conocimiento de los ciudadanos en estos temas y responsabilidades. En este sentido, resulta pertinente desarrollar un esquema de formación investigativa participativa en los colegios, donde, no solamente el estudiante, sino también el núcleo familiar participen de las propuestas investigativas y le valoren la importancia de construir pensamiento crítico y científico desde el inicio de la formación integral.

En esta vía se hacen necesarias varias acciones: 1) nuevos textos y contenidos educativos basados en CTI; 2) educar para el desarrollo sostenible, considerando el conocimiento general a impartir, el regional, el autóctono y el indígena, que contiene información valiosa para el manejo apropiado de los recursos ambientales y para su desarrollo sostenible; 3) dignificar la profesión docente, lo que se traduce en lograr alta valoración social de la actividad de los maestros, lo que es absolutamente necesario

para fortalecer la educación en cualquier área del saber. Todos estos elementos son considerados en los lineamientos curriculares del Ministerio de Educación (Ley 115 de 1994. Ley General de Educación).

Para los fines propuestos, Colombia cuenta con una herramienta binaria muy potente, pero ciertamente subutilizada, para fomentar este conocimiento sobre su capital natural, de acuerdo con las particularidades culturales y de región: los Proyectos Ambientales Escolares (PRAES) y las convocatorias de fortalecimiento de capital humano en regiones de Colciencias, enfocadas en profesores de colegios estatales principalmente, cuyos proyectos de maestría están relacionados con el foco temático de medio ambiente.

Una mejor justificación para incluir contenidos nuevos en el sistema educativo tiene que ver con alinear el conocimiento con los contextos regionales. En Colombia no es un secreto que los ciudadanos que habitan en poblaciones costeras o riberenas no buscan profesionalizarse en disciplinas relacionadas con el océano o los recursos hidrobiológicos. La mayoría de biólogos marinos y oficiales navales son del interior del país. Por ejemplo, el programa de Biología Marina de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, ha tenido una población estudiantil histórica de 85 % de alumnos del interior y solo un 15 % de la zona costera o insular de Colombia, durante sus más de sesenta años de operación. No obstante, el problema no es el origen, sino la poca retención, o retorno de ciudadanos a sus lugares de origen, lo que impide la construcción de un tejido social que se apropie de los recursos y las potencialidades de las regiones.

La propuesta de la Misión conlleva que los investigadores del SNCTI aporten sus conocimientos —en especial de sus investigaciones recientes— para generar nuevos contenidos educativos para la docencia en colegios, y así fortalecer e innovar las asignaturas básicas de los planes de estudio (ciencias naturales, biología, física, química, matemáticas y cálculo), con ejemplos y estudios de caso asociados a nuestros mares, ríos y riqueza de la biota.

La propuesta para obtener nuevos contenidos educativos basados en CTI consta de tres etapas: planeación/producción, evaluación/adaptación y ejecución. La planeación consiste en definir los mínimos comunes que deben tener los nuevos contenidos, como el alcance de sus objetivos, su extensión y, en lo posible, un listado de temas y/o objetivos de aprendizaje que sirvan de guía para que los autores construyan los manuscritos y nuevos materiales educativos. La situación ideal sería que los investigadores líderes en ciertos temas aporten a los contenidos que sean pertinentes según su experticia. Se espera que el enfoque del nuevo contenido no sea meramente informativo o enciclopédico, sino que, en la medida de lo posible, y dependiendo del nivel, rete a los estudiantes e incluya un ejercicio de indagación, más que una tarea, que los estudiantes puedan compartir y discutir con sus familias o en sus redes sociales. Estos contenidos deben seguir los lineamientos curriculares del Ministerio de Educación y pueden estar relacionados con los productos de los proyectos financiados por Colciencias o Minciencia. Esta puede ser una oportunidad para que las convocatorias de recuperación contingente del SNCTI puedan de una manera tangible recuperar los impactos agregados de proyectos de investigación, al exigir como parte de los “productos esperados” el desarrollo de un contenido educativo relacionado con el objetivo o el componente de innovación de la propuesta.

A continuación, tenemos un ejemplo hipotético de una propuesta de currículo para ciencias naturales y medio ambiente, dirigido a estudiantes de educación media entre séptimo y noveno grado, con temas como biodiversidad, evolución y ecosistemas. Se basa en los resultados de un proyecto financiado por Colciencias a partir del cual se generaron varios productos netamente técnicos. Muchos de los productos fueron publicados varios años después del cierre del informe final del proyecto, pero los temas y materiales para hacer el currículo hubieran podido estar disponibles mucho tiempo antes. En negrilla y cursiva se resaltan las columnas y líneas para estructurar la propuesta de acuerdo con los lineamientos del Ministerio de Educación.

## **1. Procesos de pensamiento y acción**

### *1.1 Cuestionamientos, teorías e hipótesis*

- 1.1.1. ¿Por qué las condiciones de los ecosistemas marinos de las costas colombianas son tan diferentes?
- 1.1.2. ¿Qué influyó en el origen de la biodiversidad marina actual en las dos costas colombianas?
- 1.1.3. ¿Cómo afectó el cierre del istmo de Panamá las especies marinas?
- 1.1.4. ¿Cómo son las relaciones evolutivas de las especies del Caribe y el Pacífico colombiano?
- 1.1.5. ¿Para qué se asocian los organismos marinos con microorganismos?

### *1.2. Información empírica*

- 1.2.1. Las selvas marinas de ambos lados de Colombia (bosques de animales sésiles en los arrecifes a ambos lados de América).
- 1.2.2. Especies invasoras (la invasión del coral caribeño *Carijoa riisei* en el Pacífico Oriental Tropical).
- 1.2.3. Predicciones de los árboles filogenéticos y detección de especies invasoras (rastros evolutivos de la invasión de *Carijoa riisei*).
- 1.2.4. Simbiosis y disbiosis (diversidad microbiana en octocorales sanos y enfermos). Anomalías térmicas y salud de los ecosistemas marinos.

### *1.3. Reflexión: análisis y síntesis*

- 1.3.1. ¿Cuáles son los vectores actuales de las especies invasoras?
- 1.3.2. ¿Qué pasará con la biodiversidad si aumentan las especies invasoras?
- 1.3.3. ¿Podrá el hombre frenar el aumento de las especies invasoras?
- 1.3.4. ¿Hay alguna relación entre cambio climático y especies invasoras?

## **2. Conocimiento científico básico**

### *2.1. Herencia y mecanismos de evolución de los seres vivos*

2.1.1. Especiación y extinción.

2.1.2. Radiación adaptativa.

2.1.3. Árboles filogenéticos (la filogenética tiene algoritmos y fundamentos, matemáticos y numéricos, de enorme aplicación en estudios evolutivos; su estudio podría reemplazar la formulación de modelos algebraicos sugeridos en los lineamientos curriculares).

### *2.2 Procesos vitales y organización de los seres vivos*

2.2.1. Simbiosis y disbiosis.

2.2.2. Fotosíntesis.

2.2.3. Nutrición en octocorales.

### *2.3. Relación de los seres humanos con los demás elementos de los ecosistemas del planeta*

2.3.1. Especies invasoras.

2.3.2. Cambio climático y disbiosis en organismos marinos.

## **3. Conocimiento en el mundo de la vida**

3.1. *Procesos biológicos*: simbiosis (práctica de laboratorio de cultivo de microalgas marinas-zooxantelas, salida de campo, visita a una colección biológica marina).

3.2. *Procesos físicos*: fotosíntesis (taller con datos del Ocean Cube Network, Pacífico-Caribe de Panamá, visita a un laboratorio universitario).

3.3. *Procesos químicos*: citotoxicidad (esponjas y experimentos con microalgas).

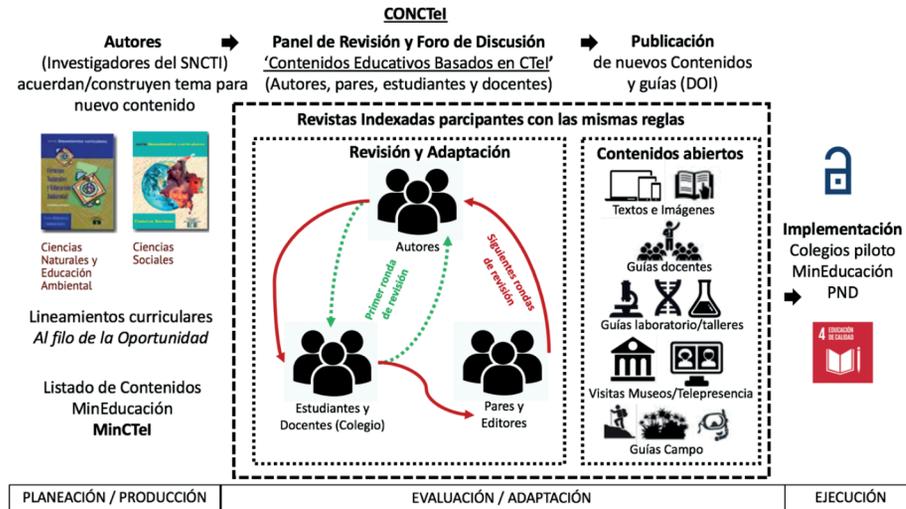
La propuesta de currículo es hipotética y está sujeta a modificaciones, el ejercicio permitió estimar si con los temas e insumos de un proyecto de recuperación contingente, en el programa de ciencias del mar y recursos hidrobiológicos, se puede obtener el material para el currículo de ciencias naturales y del medio ambiente, para medio año escolar, o incluso un año completo con orientación marina y costera. Idealmente, los docentes de educación media tendrían muchas alternativas para el mismo nivel de complejidad y podrían escoger el tema que más se ajuste a su experiencia, el nivel de sus estudiantes, las necesidades y particularidades de su región o la calidad del material propuesto.

Esta propuesta ante todo quiere flexibilizar los materiales educativos en pro de que se adapten a las realidades nacionales y regionales, con el propósito de que los temas del océano y los recursos hidrobiológicos puedan ser considerados en la educación media. Para este propósito, los investigadores desarrollan un documento con un lenguaje divulgativo y acorde con el nivel de complejidad estimado (en este caso entre grados séptimo y noveno), e incluyen la mayor cantidad de material relacionado con la investigación, como imágenes, videos, audios, bases de datos, etc. Aquí el estudiante no solo está estudiando un currículo sobre ciencias naturales y del medio ambiente, sino que está siguiendo el desarrollo de una investigación científica, desde cómo los investigadores abordaron un tema, proyectaron preguntas e hipótesis y lo desarrollaron. Siguiendo entonces algunos lineamientos mínimos, tenemos una propuesta para construir nuevo contenido educativo y que está lista para ser sometida a evaluación.

El proceso de evaluación de los nuevos contenidos basados en CTI inicia con un ciclo de revisión anónima. Para ponerle el sello a la propuesta de educación *centrada en el estudiante*, la primera ronda de revisiones es realizada por estudiantes y docentes de educación media, idealmente dos estudiantes y un docente —en alguna situación particular podría participar un líder indígena o comunitario—, en lo posible del nivel de complejidad de los contenidos propuestos. En este paso fundamental del proceso los evaluadores deberán expresar si el lenguaje y los contenidos son apropiados como currículo de educación media y sugerir cambios y mejoras. Al ser un

proceso nuevo para la mayoría de la comunidad científica, este cruce de saberes será fundamental para mejorar la pertinencia y la calidad de los contenidos. Esta idea es adaptada de *Frontiers for Young Minds*, una revista indexada enfocada en niños y jóvenes, donde los científicos someten artículos divulgativos y son revisados por niños y jóvenes. La meta de la revista es que con la ayuda de un mentor de ciencia los estudiantes de educación media puedan entender los avances científicos más recientes, algo muy parecido a lo que estamos proponiendo aquí. Luego de una aprobación preliminar por este primer comité de revisión y discusión, el currículo pasaría a una segunda ronda de evaluación por pares y un editor; en esta fase se sigue contando con la participación de los revisores del sistema de educación quienes pueden seguir aportando al foro de discusión.

Se propone que los contenidos sean publicados en línea, en un esquema de acceso abierto. La consulta en Internet a través de diversos dispositivos iría reemplazando los textos impresos y los costos de estos. Se sugiere que las revistas indexadas colombianas (clasificadas en Publindex) se conviertan en los repositorios permanentes de estos contenidos. Por lo tanto, se requiere un sistema común para los contenidos y para el foro de discusión que puedan usar todas las revistas participantes. El sistema ideal para el proceso debe ser totalmente en línea, donde los comentarios de los revisores lleguen a los autores en tiempo real. En estas revistas inicialmente los revisores son anónimos, pero al finalizar el proceso, cuando se publican los contenidos, el nombre de estos y su perfil son publicados dentro del comité editorial del artículo. No obstante, si el artículo se rechaza por encontrar problemas éticos o falencias que no se puedan corregir, los autores nunca conocerán la identidad de los revisores. Otra opción que se podría considerar para la construcción de contenidos es hacer una convocatoria para un volumen o contenido especial, que puede tener un mismo comité editorial especializado y múltiples capítulos con diferentes autores —pero agrupados en un mismo tema— y escoger una parte de los contenidos curriculares. Asimismo, se propone crear una red nacional integrada de autores y editores para el desarrollo de contenidos basados en CTI. Esta red facilita escoger revisores que no tengan interacciones o



**Figura 34.** Esquema de la propuesta de generación de nuevos contenidos basados en ciencia, tecnología e innovación

posibles conflictos de interés con autores y sería la primera red integrada del sistema educativo medio y superior de Colombia. La figura 34 expone las tres etapas del proceso de generación de nuevos contenidos basados en CTI.

Los contenidos se publicarían de forma estructurada, en un esquema similar al de un artículo de revisión. Este tendría mucha información complementaria correspondiente a guías y otros materiales docentes (figura 34). Idealmente, entre los archivos complementarios deben incluirse guías docentes, presentaciones, videos, audios, aplicaciones, guías para talleres, laboratorios, visitas a museos, salidas de campo o reuniones/actividades remotas con telepresencia. El hecho de que los estudiantes tengan acceso a todos los materiales de sus cursos los invita al aprendizaje activo, lo que ayuda al entendimiento en áreas relacionadas con CTI (Freeman *et al.*, 2014). Además, ¿quién no quisiera estudiar sobre los resultados de la exploración y la investigación reciente en su propia región? Las páginas de los contenidos permitirán realizar comentarios (revisados por el editor) de miembros de la red y el público en general o incluso incluir los resultados

de evaluaciones de los estudiantes y en qué niveles y cuáles colegios se han dictado. La implementación de estos nuevos contenidos puede hacerse en un grupo de colegios piloto bajo la supervisión del Ministerio de Educación y su evaluación proveería los insumos para mejorar el sistema o detectar problemas, con el propósito de contribuir a la meta del ODS 4 y al PND 2018-2022 en procura de una educación de calidad.

# Propuesta de buceo científico

*Juan Armando Sánchez  
Carlos Edwin Gómez  
Luis Fernando Barrios*

El buceo científico propende por la toma de datos biológicos, fisicoquímicos, geológicos o arqueológicos. Como actividad tiene pleno reconocimiento profesional debido a su complejidad y alta responsabilidad. Su entrenamiento incluye evaluaciones teóricas sobre el medio subacuático, la fisiología del buceo, las técnicas y el uso de computadores para la práctica subacuática, entre otras.

La pregunta que surge es: ¿cómo reglamentar el buceo científico en Colombia? Se puede decir que es una actividad autorregulada en donde los operadores de buceo y los investigadores se ciñen a los estándares de las agencias internacionales que expiden licencias (por ejemplo, PADI, NAUI, SDI, CMAS). Aunque no existen programas o estándares de buceo científico, cabe mencionar la experiencia de la Federación Colombiana de Actividades Subacuáticas (Fedecas) que, en convenio con CMAS —la agencia europea con más experiencia en buceo científico—, ha realizado dos cursos en el país, en los que varios buzos expertos se certificaron como instructores de buceo científico. Sin embargo, Colombia, con dos océanos y diversos recursos hidrobiológicos, debería contar con un programa similar al de la Asociación Americana para las Ciencias Subacuáticas (AAUS, por sus siglas en inglés), o incluso contar con reciprocidad con esta agencia.

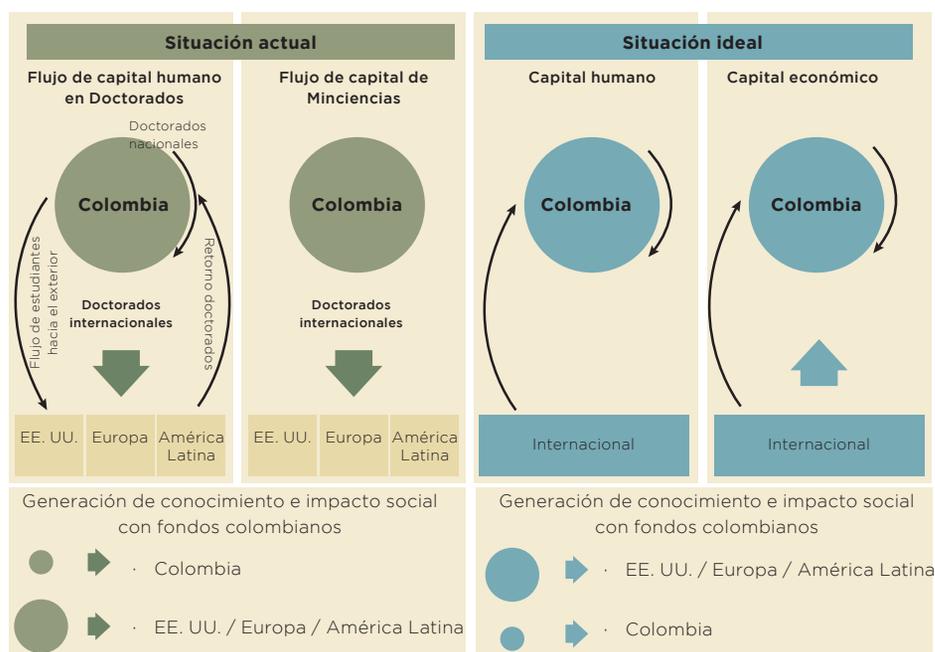
Si aprendemos de la experiencia de la AAUS, el buceo científico en Colombia debería ser regulado inicialmente por un consorcio o asociación académica (por ejemplo, la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales) en asocio con Fedecas. Inicialmente se definirían los estándares y las normas para los programas del buceo científico en Colombia, a partir de un manual al que se ciñan las universidades e

institutos. Luego, la Federación podría realizar un acompañamiento y una certificación para que la práctica del buceo científico se desarrolle bajo los mismos estándares y normas de seguridad. Si bien una ley del buceo es necesaria en Colombia, ante todo debe contribuir a fomentar la práctica y el avance de las actividades subacuáticas antes que convertirse en un obstáculo para estas.

# Propuesta de modernización de becas doctorales

*Manu Forero Shelton  
Juan Armando Sánchez*

Se propone una diversificación de las becas enfocada en promover los distintos aspectos de las necesidades en ciencia de las regiones, así como un ajuste de las condiciones de las becas para hacerlas competitivas a nivel internacional (figura 35).



**Figura 35.** Esquema de modernización de las becas doctorales

La propuesta se puede llevar a cabo mediante las siguientes premisas y acciones:

- Estabilidad en las becas: las becas de Colciencias deben ser anuales y, de manera fundamental, sin años muertos, de manera que se deberían publicar las fechas con dos años de antelación. Los años muertos afectan fuertemente las oportunidades y planes de los estudiantes doctorales y de los grupos que los apoyan.
- Investigación en temas regionales: 1) las becas asociadas a proyectos de investigación en temas de interés nacional y regional no deben estar limitadas a colombianos, pero sí a grupos receptores en Colombia y en las regiones. En las regiones es importante exigirles a las universidades estándares de calidad, pero también apoyarlas con recursos para la generación de infraestructura de investigación como se hizo hasta hace una década en las principales instituciones de investigación del país. 2) Se requieren becas en el contexto de proyectos que trabajen temas de las regiones, independientemente de que su universidad de origen esté en la región.
- Cooperación regional e internacional: fomentar el intercambio de becas con países latinoamericanos, y becas en colaboraciones internacionales —con o sin doble titulación— donde la contraparte pone financiación superior al costo del estudiante, que puede incluir el tiempo de pasantía en el exterior. Mantener programas de tipo Fulbright o DAAD. 1) Se deben fomentar y apoyar los programas de intercambio que permitan grados compartidos entre universidades nacionales y extranjeras. 2) Los recursos o préstamos-beca internacionales deben ser limitados con respecto a los nacionales, de manera que no superen el 20% de la inversión total en formación durante 6 años y el 10% en 12 años. 3) Atraer a los mejores investigadores para innovar y generar conocimiento en Colombia. El país cuenta con más de 300 programas de doctorado con registro calificado, un esfuerzo sin precedentes de los sectores público y privado. Sin embargo, el sistema de becas no los contempla considerando la importancia de mejorar la capacidad instalada en el país, sino que envía recursos masivamente a países desarrollados sin asegurar un retorno de los beneficiarios.

Muchas iniciativas han intentado promover la financiación de la innovación en Colombia a través del sector privado, pero a pesar de esto la inversión en investigación e innovación por parte de la industria resulta incipiente, muy por debajo de los promedios de la OECD e inclusive de la región. Con los fondos para financiar a un estudiante en Estados Unidos o Europa se podrían financiar fácilmente dos a nivel nacional, con excedentes para apoyar sus proyectos de investigación, especialmente dada la devaluación del peso con respecto al dólar y al euro. Adicionalmente, la investigación realizada en Colombia se centra en temas de interés de grupos colombianos de investigación (no de otros países), mejor alineada con las necesidades y el potencial del país. Las becas en universidades internacionales fueron importantes antes del establecimiento de programas doctorales en Colombia, pero hoy en día terminan financiando programas doctorales internacionales que tienen recursos de sobra, a costa de la desfinanciación de las universidades colombianas, de manera que los recursos no llegan a la economía ni al capital humano nacionales.

En este panorama, se propone que Colciencias no financie directa o indirectamente más becas doctorales fuera de los convenios particularmente beneficiosos, en los cuales la inversión sea menor o igual a aquella de nivel nacional por estudiante y obligaciones con estudiantes actuales, y fomentar la inversión en este capital humano a través del sector privado. Por ejemplo, empresas medianas y grandes de más de mil trabajadores podrían financiar una a dos becas internacionales (o nacionales si lo prefieren) por cada mil trabajadores a través de sus fondos de capacitación. Como retribución se puede establecer un esquema que les permita usar estas becas, por encima de un umbral, como mecanismo de promoción y publicidad (actualmente, el promedio de investigadores debería ser de 1,5 por cada mil habitantes, en Colombia hay menos de 0,1, muy por debajo del promedio de la región, que está en 0,5, o el de la OCDE). Esta parte de la propuesta ayudaría a captar recursos para las universidades colombianas, mientras que se investiga en temas relevantes para la innovación, la ciencia y la industria colombianas, y se promueve el retorno de cerebros al liberar recursos para invertir localmente.



aine

**Anexos**

**ANEXOS**



# Anexo 1.

## Consideraciones de la Armada Nacional sobre el foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos

*Capitán de Navío (ra) Ricardo Ariza Urango  
Capitán de Navío (ra) Carlos Alberto Andrade Amaya  
Vicealmirante (ra) José William Porras Ferreira  
Almirante Mauricio Soto Gómez  
Almirante Edgar Romero*

El informe del foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos de la Misión Internacional de Sabios 2019 contempla lo siguiente:

En lo que respecta a los intereses marítimos nacionales, los últimos años han demostrado aún más la necesidad de proteger la soberanía e integridad del territorio marítimo nacional, establecer un ordenamiento marino costero, conservar el ambiente marino-costero y aprovechar de manera sostenible sus recursos, promoviendo el desarrollo socioeconómico nacional.

En concordancia con lo anterior, se proponen las siguientes líneas de acción complementarias al documento que desarrolla el foco temático, con

el propósito de ampliar su visión, respecto a un asunto de vital importancia para un país con litorales en el mar Caribe y el océano Pacífico y con un extenso territorio marítimo y fluvial que se debe proteger y desarrollar, mediante políticas claras que hagan sostenible la explotación y la preservación de estos recursos renovables y no renovables para beneficio de toda la población.

Las políticas públicas que se proponen tienen el objetivo de alcanzar un mayor y mejor desarrollo del país en el foco que nos ocupa, enmarcado en el propósito de preservación del medio ambiente para que las futuras generaciones puedan seguir disfrutando de un mundo apto para la vida con mares y ríos limpios y productivos. Asimismo, consideramos fundamental aplicar las medidas que se están acordando a nivel global para minimizar el efecto del calentamiento global, bajo un marco de seguridad marítima y fluvial que garantice a los colombianos la explotación de los recursos, la seguridad de la vida humana en el mar y se tomen las acciones necesarias para combatir el uso ilícito de los mares mediante un adecuado control de las áreas marítimas y fluviales.

### Propuestas de políticas públicas relacionadas con zonas costeras

La primera política pública que se propone para el desarrollo del país es incursionar en la cuarta revolución industrial que tiene que ver básicamente con el manejo de la información para optimizar procesos mediante la *big data*, el *cloud computing*, la simulación robótica, el Internet y la ciberseguridad. Esto permitirá que las grandes empresas del sector sean competitivas en el nuevo orden mundial donde la tecnología, la innovación y el uso de la información tendrán una función determinante para el desarrollo a mediano plazo. La Nueva Política Nacional Logística que está desarrollando el Ministerio de Transporte debe estar relacionada con esta cuarta revolución industrial que ya se está empezando a desarrollar en empresas del sector marítimo como la Organización Puerto de Cartagena. Asimismo, en la ciudad de Medellín existe un centro para la preparación de las industrias para el ingreso a la cuarta revolución industrial. El sector marítimo y el

sector industrial, con entidades como la refinería de Mamonal, deben ser pioneros en este avance tecnológico. Esta política pública es ambiciosa y requiere la interacción transversal con la educación, la innovación y la tecnología de última generación.

Continuar con la política pública establecida en el Conpes 3744 del 2013, Política Portuaria para un País Moderno, mediante el desarrollo de infraestructura y actividades portuarias canales y vías de acceso, así como obras de protección costera. Además, establecer un protocolo riguroso de saneamiento ambiental de los grandes cuerpos de agua como la ciénaga de La Virgen en Cartagena y la ciénaga Grande entre Barranquilla y Santa Marta.

### Recuperación del Canal del Dique

El actual Gobierno ha tenido como prioridad el Canal del Dique. La Vicepresidencia de la República ha tomado bajo su dirección el desarrollo de las obras necesarias y la gestión de recursos para lograr que los departamentos y municipios que se benefician de este Canal aporten a esta obra prioritaria para la navegabilidad. El proyecto propende también por la protección de sus riveras contra inundaciones y corregir los daños al medio ambiente que se han ocasionado en las bahías de Cartagena y Barbacoas. Así como por garantizar el suministro de agua a los acueductos de la región.

### Río Grande de La Magdalena

El río Grande de La Magdalena es la principal arteria fluvial de Colombia, por eso es un compromiso ineludible con las generaciones venideras su recuperación mediante las obras necesarias de saneamiento ambiental, así como la canalización y señalización, para que se convierta en una vía navegable, día y noche. En este sentido, es necesario desarrollar una infraestructura portuaria que permita el transporte intermodal del mar al río y del río al sistema vial, lo que permitirá ahorrar grandes recursos para el movimiento de cargas de importación y exportación. Esta política requiere la acción de los ministerios de Transporte y Medio Ambiente, así como de las corporaciones autónomas y de los departamentos que tienen acceso a sus riberas y recursos.

## Suministro de energía

Todos los municipios costeros deben contar con el suministro de energía a través de la interconexión eléctrica nacional. Es importante que el servicio cuente con una regulación de las tarifas, dado que los costos actuales resultan demasiado altos para los usuarios de casi todos los municipios, lo que se suma a la deficiente calidad de la infraestructura de distribución y promueve la cultura del no pago que afecta a las empresas del sector.

Dentro de esta política es necesario buscar fuentes alternas eficientes y amigables con el medio ambiente, como la energía solar y la eólica, para alimentar municipios no interconectados y de baja densidad poblacional. En la costa Caribe existen varios estudios para energía eólica en La Guajira y en el sector de Galerazamba donde los regímenes de vientos son adecuados para una alta eficiencia en la transformación de energía eólica a eléctrica. Sin embargo, se encuentra oposición a la instalación de los generadores eólicos porque se considera que son contaminantes, a pesar de que en países desarrollados como Alemania y España se usa gran cantidad de generadores eólicos y la población los ha asumido como una energía amigable, que tiene un impacto visual mínimo y no causa degradación del medio ambiente.

Suministrar energía a los municipios costeros del Pacífico colombiano es un gran reto por las dificultades propias de la naturaleza de este litoral, donde la interconexión se limita a tres o cuatro municipios y los demás dependen de las plantas eléctricas alimentadas por combustibles fósiles, lo que hace altamente costosa la generación y distribución a la población, que en general es de escasos recursos. En algunas regiones del Pacífico, como Bahía Solano, se desarrollaron proyectos de pequeñas hidroeléctricas pero las dificultades de la naturaleza y los costos de mantenimiento, así como las acciones de grupos delincuenciales, han impedido su operación normal. Si Bahía Solano dispusiera de energía 24 horas al día sería un municipio pesquero mucho más seguro, pues sus litorales son ricos en pesca.

La electrificación del Pacífico colombiano es un reto que debemos afrontar de cara a las nuevas tecnologías para la generación y la interconexión eléctricas que permita una conexión eficiente al sistema nacional.

## Agua potable para los municipios costeros

La cobertura de agua potable y saneamiento básico continúa siendo insuficiente en los municipios y áreas rurales costeras, como Riohacha, Santa Marta, Buenaventura, San Andrés y capitales departamentales fluviales como Leticia y Quibdó tienen una cobertura no satisfactoria del servicio de acueducto entre 10 y 18 horas por día; la situación en las áreas rurales resulta especialmente crítica en los municipios costeros del Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño.

El gobierno de Colombia se ha comprometido a cumplir los objetivos planteados en la resolución 70/1, aprobada por la Asamblea General de Naciones Unidas el 25 de septiembre del 2015 y denominada “Transformar nuestro mundo, la agenda para el desarrollo sostenible 2030”, entre ellos el objetivo 6: “Garantizar la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos”.

En el Conpes 3918 de 2018 se establecieron las metas para el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) respecto al agua potable y al saneamiento ambiental de la siguiente manera: “De aquí a 2030, lograr el acceso universal y equitativo al agua potable a un precio asequible para todos, nombre del indicador: acceso a agua potable en suelo urbano, línea base para Colombia, cobertura 97,3 % de la población en el año 2015, meta proyectada por el gobierno de Colombia a 2030 cobertura del 100%”.

El acceso al agua potable en suelo rural tiene una línea base para Colombia con una cobertura del 74,3 % de la población en el año 2015; la meta proyectada por el gobierno de Colombia a 2030 es contar con una cobertura del 100%.

Dado que solo restan once años para cumplir estas ambiciosas metas es necesario evaluar el avance actual por parte del Ministerio de Vivienda y Desarrollo Rural para determinar si será o no posible lograr esas metas o si es preciso replantearlas.

## Isla de Tierrabomba

La importancia geoestratégica de la isla de Tierrabomba requiere definir con precisión el uso del suelo, así como las visiones, estrategias y políticas

para su desarrollo. Por eso consideramos que debe elaborarse un plan de ordenamiento territorial (POT) exclusivo para este territorio insular con la participación del gobierno nacional y municipal, teniendo en cuenta que el primero es propietario de una gran extensión de los terrenos de la isla, donde incluso se ha contemplado la posibilidad de construir una nueva base naval. Uno de los principales problemas de esta isla es la carencia de los servicios de acueducto y saneamiento ambiental, sin embargo, se considera que si se lleva el agua potable sin existir un ordenamiento territorial el desarrollo de la isla será caótico por su privilegiada ubicación y potencial aprovechamiento turístico. Por consiguiente, es prioridad elaborar un POT para este territorio insular, independiente del de Cartagena, el cual no ha podido actualizarse por los grandes intereses de todo orden que no corresponde desarrollar en este documento.

### Astilleros e industrias navales

El desarrollo de la industria naval marítima tiene su foco en los astilleros de construcción y mantenimiento de embarcaciones y artefactos navales, un sector altamente competitivo a nivel mundial. Si queremos un avance en la industria astillera es necesario ser competitivos en costos de producción para lo cual se requiere una política pública que contemple incentivos tributarios y arancelarios favorables para la importación de los insumos que requiere el sector y que no se producen en Colombia. Actualmente somos competitivos por el costo de la mano de obra que es muy favorable internacionalmente, ahora bien, esta industria por la complejidad de las construcciones y reparaciones genera una gran fuente de trabajo en diversas áreas del conocimiento científico y tecnológico a la vez que es una buena fuente de ingresos para el país y un ahorro de recursos del presupuesto para la construcción y mantenimiento de las embarcaciones del Estado. La industria astillera se considera estratégica para el desarrollo marítimo del país, por eso se contempla y se presenta como una política pública a desarrollar.

### Educación y conciencia marítima

Los colombianos debemos entender que el mar y los ríos son una fuente de vida y de comunicación con el mundo, por la que se mueve a costos muy

favorables la mayor parte del comercio, también debemos entender que los mares nos proveen una importante fuente de seguridad alimentaria que debemos proteger y explotar de manera sostenible para las futuras generaciones. Los jóvenes, a su vez, deben entender la importancia del mar y de los ríos y tener claro que sin agua no hay vida. En consecuencia, es necesario elaborar un proyecto para llevar esta temática al campo del conocimiento en la población escolar.

### Turismo

El turismo, también llamado la industria sin chimeneas, es importante para la obtención de recursos y fuentes de trabajo para todas las regiones costeras, aprovechando el potencial de nuestra riqueza hídrica y la biodiversidad, que hacen de Colombia un país de gran atractivo para el turismo ecológico. Así mismo, la llegada de las grandes líneas de cruceros se debe seguir promoviendo con una política de ciudades portuarias seguras y amigables con el turista extranjero.

Es preciso que los municipios costeros, en concordancia con el gobierno central, desarrollen políticas para la preservación y uso adecuado de las playas. No podemos seguir tolerando que el mal uso de las playas, como Playa Blanca en Barú, siga destruyéndolas a manos de un turismo depredador que no respeta el medio ambiente y por una invasión de comerciantes a los que solo les interesa la explotación del turista. Debemos desarrollar políticas de playas y mares limpios con la meta de cero contaminación por desechos plásticos a 2030.

### Seguridad marítima y fluvial

El Ministerio de Defensa viene desarrollando una política de seguridad para cerrarle los espacios marítimos y fluviales a toda clase de actividades ilícitas como el narcotráfico, la pesca ilegal, las migraciones ilegales y el contrabando; y así permitir a los colombianos el uso lícito del mar y sus recursos renovables y no renovables. Asimismo, a través del cuerpo de guardacostas se pretende garantizar la seguridad de la vida humana, así como el cumplimiento de la normatividad marítima y de los convenios internacionales suscritos por Colombia para estos fines.

## Anexo 2.

# Estado global y nacional de los océanos, mares, humedales y recursos hidrobiológicos marino-costeros, oceánicos, insulares y continentales

*Capitán de Navío (RA) Ricardo Ariza Urango*  
*Capitán de Navío (RA) Carlos Alberto Andrade Amaya*  
*Vicealmirante (RA) José William Porras Ferreira*  
*Almirante Mauricio Soto Gómez*  
*Almirante Edgar Romero*

Este documento se basa en el principio de que los mares y océanos de Colombia son parte fundamental de la unidad territorial del Estado, que a su vez está interesado en desarrollar sus océanos, así como en mantener el equilibrio entre desarrollo económico y aprovechamiento sostenible de los recursos marinos nacionales, y que para hacerlo utiliza un enfoque multisectorial, interinstitucional y multidisciplinario.

Hemos iniciando la búsqueda de conocimientos desde los intereses marítimos de la Nación, que son las aspiraciones del Estado relacionadas con el conjunto de beneficios y derechos de carácter político, económico, social y ambiental que puede ofrecer el aprovechamiento y uso del mar en todas las actividades relacionadas con el territorio marítimo nacional. Entre otros, se deben considerar los siguientes intereses marítimos del Estado colombiano:

- Reafirmar y garantizar la soberanía e integridad del territorio marítimo nacional.
- Crear conciencia, apropiación territorial y cultura marítima.
- Los recursos ambientales marino-costeros.

- La educación del pueblo colombiano asuntos marítimos.
- Investigación científica, tecnológica y de innovación en el mar.
- La seguridad integral marítima.
- El ordenamiento marino-costero.
- El transporte y el comercio marítimo.
- El turismo y la recreación en el mar y las costas.
- La industria naval y marítima.
- La minería marina y submarina.
- Pesca y acuicultura.

Se propone una estrategia generalizada que tenga como finalidad adquirir los conocimientos básicos para desarrollar marítimamente al país. Para esto hay que generar investigación y conocimientos que fundamenten la voluntad política sobre el poder marítimo en Colombia, es decir, un desarrollo metódico que le permita a la población comprender la importancia de consolidar una visión del territorio marino-costero como un recurso y un espacio de expresión de su voluntad como Estado y Nación.

### Integridad del territorio marítimo

Existe una necesidad de crear conocimiento sobre la concepción territorial de los espacios oceánicos, costeros e insulares. Así mismo, es preciso determinar los estudios para poder desarrollar procesos de utilización, delimitación, ocupación, presencia y control, necesarios para la apropiación territorial. A continuación se describe el tipo de conocimiento requerido:

- Desarrollar conocimiento geopolítico, geoestratégico y diplomático que le permita al país la firma de los tratados limítrofes que definan sus áreas marinas y submarinas, como una gran prioridad del Estado colombiano.
- Hacer llegar el conocimiento a todos los colombianos, para que comprendan cuáles son los intereses marítimos nacionales. Además, estudiar individualmente el desarrollo de programas de integración con los Estados fronterizos.

- Realizar estudios diplomáticos sobre el uso de acciones del poder naval del país con el propósito de salvaguardar la integridad del territorio marítimo.
- Desarrollar estudios para garantizar el paso de la flota colombiana del mar Caribe al océano Pacífico, incluido un canal interoceánico por el territorio colombiano y los correspondientes a garantizar el paso por el Canal de Panamá.
- Atender los proyectos de investigación científica sobre asuntos antárticos como una ampliación de los intereses de la Nación en el futuro a nivel global, que fortalezca la participación del país en el Sistema del Tratado Antártico mediante la implementación de un programa antártico colombiano.

## Desarrollo económico marítimo

### Puertos

Se requiere desarrollar conocimiento sobre la infraestructura y modernización de los puertos existentes y los que sea preciso construir, que permita a Colombia consolidarse como un actor influyente y competitivo en el mundo. Asimismo, se deben comprender los campos económico y administrativo, por un desarrollo sostenible de los puertos que permita mejorar los niveles de eficiencia en la prestación de los servicios marítimos y portuarios.

### Marina mercante

Es importante desarrollar estudios fundamentales para que el país tenga una marina mercante que soporte el desarrollo de la economía nacional, que reduzca los costos y se constituya en una reserva estratégica de la marina de guerra del país.

- Se propone desarrollar programas académicos que procuren la idoneidad de la gente de mar, procesos y procedimientos en el marco de la seguridad integral marítima, la protección del medio marino y la seguridad jurídica.

- Se sugiere realizar estudios que permitan analizar la navegación de cabotaje nacional. De manera especial, se propone el desarrollo de un sistema de conocimiento sobre la navegación en los grandes ríos del país, con énfasis en el río Grande de La Magdalena, el río Orinoco y en los afluentes de la amazonía colombiana, como los grandes vectores del uso del suelo y presencia del Estado.

### Industria naval: desarrollo del sector astillero

Con el propósito de aumentar la competitividad de la industria astillera nacional es necesario promover conocimiento, diseño, construcción y reparación de embarcaciones en el país. Así como estudios específicos sobre el potencial real de la pesca, la sostenibilidad de los recursos pesqueros y asociados a la acuicultura marino-costera. Este conocimiento debe ser obtenido mediante la investigación, la innovación tecnológica, la formación del recurso humano, la transferencia de tecnología, el mejoramiento de la infraestructura y logística asociada al sector. Finalmente, el país requiere investigación en el sector acuícola para reducir la presión sobre el recurso natural y garantizar la seguridad alimentaria. Estos avances deben estar acompañados por un programa de educación que permita incrementar el consumo interno de los recursos pesqueros y de la acuicultura nacional.

### Promoción del turismo marítimo y recreación

Debido al gran potencial de Colombia en este campo, se sugiere promover estudios para desarrollar principios de turismo sostenible en todos los destinos y productos relacionados con el territorio marino-costero, así como proyectos que fortalezcan la industria turística según el Plan Nacional de Turismo Náutico.

### Hidrocarburos costa afuera

Se propone continuar con la obtención y apropiación del conocimiento para determinar el potencial de hidrocarburos del país marítimo costa afuera y los propios para desarrollar más infraestructura nacional que permita obtenerlos de manera segura. Asimismo, se sugiere promover la generación de conocimiento sobre las actividades conexas a la explotación

de hidrocarburos sobre la plataforma continental en aspectos de inspección y control, con miras a proteger la vida humana y el ambiente marino.

### Fuentes de energía renovable (viento, oleaje y luz)

Los estudios sobre el desarrollo y para el uso de fuentes de energía renovable en las costas y mares de Colombia merecen prioridad en el fomento de proyectos que permitan su desarrollo en el país.

### Gobernabilidad en el mar y las costas

El país requiere de la actuación coordinada de la institucionalidad para desarrollar y materializar la gobernanza en materia de gestión del territorio marino-costero. Por esa razón se sugiere el estudio sobre la creación de un Ministerio de los Océanos que centralice y defina las funciones que deben cumplir los diferentes actores que confluyen en los océanos y la zona costera, para atender los siguientes asuntos sobre los que se requiere educación adecuada y especializada:

- Promover espacios y mecanismos (regionales, nacionales o internacionales) que permitan mejorar la gobernanza del territorio marino y costero.
- Coordinar esquemas de control y vigilancia conjuntos entre entidades cuyas competencias así lo definan.
- Fortalecer la comunicación y coordinación interinstitucional de entidades relacionadas con la conservación y uso de la biodiversidad marina.
- Fortalecer las capacidades (técnicas, financieras y operativas) de las instituciones a cargo de la gestión del territorio marino-costero del país.
- Promover el análisis, la adecuación o creación de instrumentos jurídicos para mejorar la gestión integral de los mares y los litorales colombianos.
- Fortalecer la infraestructura nacional de datos e información marina.
- Gestionar datos e información marina del país e implementar sistemas de monitoreo para la toma de decisiones.

- Promover la investigación, evaluación, prevención, reducción y control de fuentes terrestres y marinas que contaminen el mar.
- Identificar, evaluar, monitorear y controlar las especies invasoras en áreas portuarias y marinas con mayor riesgo de invasión.

### Estudios para responder a fenómenos naturales

Es importante enfatizar en los estudios relacionados con el cambio climático, el fenómeno de El Niño, el ascenso del nivel del mar y los eventos extremos, huracanes y tsunamis, de forma específica sobre el territorio marítimo del país, así como en la generación de conocimiento para proponer acciones ante los siguientes pronósticos:

- En las costas aumentará el riesgo por erosión.
- En las zonas bajas y vulnerables se incrementará el número de inundaciones.
- Los océanos continuarán modificando su pH, se harán cada vez más ácidos, con el consecuente impacto sobre los organismos coralinos y las especies dependientes.
- Se modificarán los patrones de movilidad de las diferentes pesquerías.
- Se incrementarán la frecuencia e intensidad de los fenómenos meteorológicos extremos.

Ante estos pronósticos preocupantes se sugiere desarrollar estudios que permitan promover el diseño y la implementación de iniciativas integrales que incrementen la resiliencia de las zonas costeras e insulares del país ante el cambio climático.

- Generar lineamientos sobre la gestión del riesgo ante eventos naturales en las zonas costeras.
- Orientar, impulsar y fortalecer los procesos de investigación relacionados con el conocimiento de la amenaza y del riesgo por tsunami.
- Fortalecer el monitoreo, seguimiento y predicción del fenómeno de El Niño y La Niña en el país.

- Desarrollar e implementar líneas de investigación asociadas a los efectos e impactos por ciclones tropicales en el país.

## Cultura

Se requiere hacer un proceso de concientización y apropiación del espacio marítimo en Colombia, incluyendo el legado arqueológico de tal forma que se difunda en los habitantes y que sea el pueblo el que se adueñe del patrimonio y de la historia nacional. Para ello es fundamental fomentar los estudios arqueológicos, antropológicos e históricos que conduzcan a reconocer e identificar las adaptaciones en los procesos de migración y asentamiento de la presencia humana, en los espacios oceánicos y costeros.

## Educación en ciencias marítimas

Se propone crear un gran programa de educación en ciencias marinas que cubra los aspectos económicos, sociales y ambientales para que la educación funcione como ente unificador y se logre el desarrollo sostenible de los mares.

La investigación en temas del mar se propone:

- Impulsar y fomentar la creación de programas académicos relacionados con el uso, preservación y aprovechamiento del océano y de las zonas costeras a partir de competencias científicas relacionadas.
- Crear, difundir y promover programas educativos en preescolar, primaria, educación básica y media, articulados con educación superior, mediante estrategias pedagógicas de difusión que ayuden a generar conciencia marítima a partir del reconocimiento de la importancia histórico-geográfica de los territorios marítimos colombianos.
- Promover la formación de docentes en temas marítimos, mediante la creación y fortalecimiento de programas de posgrado.
- Promover y fortalecer el trabajo conjunto entre el sector gubernamental, académico y productivo, con el propósito de consolidar la relación entre la investigación y la innovación en los

temas relacionados con las ciencias del mar, orientada al desarrollo tecnológico para la transformación productiva y social del país.

Con base en los documentos recibidos, relacionados con el foco temático Océanos y Recursos Hidrobiológicos de la Misión de Sabios, nace esta pregunta: ¿por qué Colombia debe interesarse por una política de los océanos que le permita desarrollarse económicamente, teniendo en cuenta los recursos renovables y no renovables contenidos en el área marítima que le pertenece en los dos océanos, Atlántico y Pacífico?

Consideramos que una respuesta pertinente para este interrogante es que Colombia es el país más septentrional de Suramérica, cuenta con una posición geoestratégica privilegiada, al ser bañado por dos océanos, Atlántico y Pacífico, con líneas de costas en el Atlántico de 2070 km pertenecientes a ocho departamentos (La Guajira, Magdalena, Atlántico, Bolívar, Sucre, Córdoba, Antioquia y San Andrés y Providencia) y de 4684 km en el Pacífico que abarcan cuatro departamentos (Chocó, Valle del Cauca, Cauca y Nariño); con un total de 892 102 km<sup>2</sup> de aguas jurisdiccionales marítimas, una extensión que por poco equipara su territorio terrestre. Por su posición geoestratégica, Colombia es privilegiada debido a la enorme diversidad de ecosistemas en sus costas y mares, lo que le merece ser catalogada como el tercer país del mundo con mayor biodiversidad y el segundo en biodiversidad marítima de América.

Desafortunadamente, Colombia ha desconocido sus recursos marítimos y, después de la grandeza alcanzada en la batalla del Lago de Maracaibo, no ha sabido aprovechar el momento histórico, ni explotar sus condiciones marítimas naturales, por lo que este gobierno a través de su Vicepresidenta ha querido cerrar esta brecha al conformar la Misión de Sabios, con el propósito de generar una política de Estado y una política específica de océanos a corto (2022), mediano (2026) y largo plazo (2040).

El primer borrador del documento de la Misión de Sabios relacionado con las políticas de los océanos no incluye todas las áreas que conlleva una política para este tópico, al dejar por fuera otros temas como los límites naturales costeros y el aprovechamiento sostenible de los recursos hidrobiológicos, en pro de generar desarrollo económico

y social, así como preservar ese recurso para generaciones futuras sin llegar a límites de sobreexplotación. Por estas razones, el documento recoge diferentes temas, sin desconocer que pueden existir otros, pero que por la premura en suministrar la información oportunamente se ha limitado a los siguientes:

- Capacitación y educación sobre los océanos.
- Explotación de las riquezas que se encuentren dentro del mar territorial, la zona contigua, y la zona económica exclusiva (especies náufragas, recursos renovables y no renovables).
- Desarrollo de proyectos especiales —puertos, astilleros, turismo, pesca, canal entre los dos océanos (terrestre, férreo, o fluvial)—, exploraciones de la Antártica, entre otros.
- Integridad del territorio marítimo.
- La plataforma continental. Estudio detallado y líneas de base recta en SAYP.
- Prevención por efectos climáticos, medio ambiente y/o contaminación.
- Con base en el estudio detallado de los puntos anteriores, se promueve el desarrollo de una Política Marítima y Naval, enmarcada dentro de la política de Estado, teniendo en cuenta que la política marítima tiene una función muy importante en el desarrollo económico del país y la naval es muy relevante en cuanto a la defensa de los intereses marítimos.
- Proyección para la creación del Ministerio de los Océanos, que reuniría todo lo relacionado con los océanos y que actualmente se encuentra bajo la responsabilidad de varios ministerios lo que debilita cualquier acción integral.

En este sentido, se propone una gran estrategia generalizada que tenga como finalidad adquirir los conocimientos básicos para el desarrollo marítimo del país.

## Desarrollo de proyectos especiales

### Canal entre los dos océanos

Se propone estudiar la factibilidad de construir un canal interoceánico en Colombia, utilizando los ríos Atrato en el Caribe y el Truandó en el Pacífico. El canal Atrato-Truandó sería uno de los proyectos más ambiciosos e importantes del país en muchos años.

### Generación de energía eólica y zonas solares-fotovoltaicas

Todos los departamentos costeros están atravesando una crisis energética, en este contexto, la solución más viable y más cimentada son los combustibles alternativos, entre los que destacamos los biocombustibles como el bioetanol y el biodiesel los cuales traen consigo consecuencias medioambientales, aunque su contexto no lo muestre de tal forma. Así mismo, energías alternativas como la solar, la tecnología de las células de combustible, el hidrógeno, la energía mareomotriz (aprovechamiento de las olas y mareas de los océanos), la eólica e incluso la fusión nuclear ofrecen una esperanza de viabilidad masiva, aunque lastimosamente algunas de ellas requieren una inversión demasiado grande para poder ser desarrolladas a gran escala. En consecuencia y por su viabilidad, solo nos referiremos a políticas de los océanos relacionadas con proyectos de generación eólica y solar-fotovoltaica.

Si bien en el pasado se desarrollaron proyectos de este tipo, se considera que se puede incrementar aún más la producción de este tipo de energía limpia, aprovechando las condiciones naturales de La Guajira principalmente, lo cual permitiría incrementar el desarrollo social y económico en esa región, al impulsar políticas tributarias adecuadas que incentiven la inversión público-privada. La Ley 1715 de 2014 y la Ley 1955 del PND 2018-2022 ya contempla algunos aspectos en ese sentido.

Los estudios sobre el desarrollo y para el uso de fuentes de energía renovable en las costas y mares de Colombia merecen prioridad en el fomento de proyectos que permitan su desarrollo en el país.

## Integridad del territorio marítimo

Es necesario resaltar la necesidad de crear conocimiento sobre la concepción territorial de los espacios oceánicos, costeros e insulares. Así mismo, determinar los estudios para poder desarrollar procesos de utilización, delimitación, ocupación, presencia y control, que son indispensables para la apropiación territorial. En este sentido, se requiere:

- Desarrollar conocimiento geopolítico, geoestratégico y diplomático que le permita al país firmar tratados limítrofes que definan sus áreas marinas y submarinas, como una gran prioridad.
- Socializar con todos los colombianos los intereses marítimos nacionales, y estudiar el desarrollo de programas de integración con los Estados fronterizos.
- Realizar estudios diplomáticos sobre las acciones del poder naval del país con el propósito de salvaguardar la integridad del territorio marítimo.
- Impulsar estudios para garantizar el paso de la flota colombiana del mar Caribe al océano Pacífico, incluido un canal interoceánico por el territorio colombiano y los correspondientes en el paso por el Canal de Panamá.
- Atender los proyectos de investigación científica sobre asuntos antárticos como una ampliación de los intereses de la Nación, así como fortalecer la participación del país en el Sistema del Tratado Antártico mediante la implementación de un Programa Antártico colombiano.

## Plataforma continental: estudio detallado y líneas de base recta en San Andrés y Providencia

A este respecto, se sugiere:

- Elaborar las líneas de base recta de San Andrés, Providencia y Santa Catalina. (Se desconoce el motivo por el cual Colombia no las ha definido).
- Nombrar un comité técnico interdisciplinario, en forma permanente, para salvaguardar los intereses marítimos en los dos litorales y asesorar al gobierno en los asuntos relacionados con el mar, incluidos

los institutos que tengan que ver con el océano, en cabeza de la Vicepresidencia de la República.

- Elaborar la cartografía referente a los espacios marítimos.
- Iniciar las conversaciones con Nicaragua, Costa Rica, Honduras, Jamaica y Panamá para delimitar las aguas en el Caribe.

### Prevención por efectos climáticos medio ambiente y/o contaminación

Hay nuevas y más fuertes evidencias de que la mayor parte del calentamiento observado durante los últimos cincuenta años es atribuible a actividades humanas. La mayor parte del calentamiento observado ha sido ocasionado por el aumento en las concentraciones de gases invernadero, principalmente el  $\text{CO}_2$  procedente de la quema de combustibles fósiles como carbón, petróleo y gas. Los arrecifes de coral se verán afectados negativamente por el blanqueo y las reducidas tasas de calcificación por los altos niveles de  $\text{CO}_2$ . El declive de los ecosistemas costeros afectaría negativamente a los peces del arrecife y a todos aquellos que basan su forma de vida en la “pesca del arrecife”. El turismo se enfrentará a una severa interrupción derivada del cambio climático y la subida del nivel del mar.

Los principales fenómenos apreciables en este contexto son:

- Calentamiento previsto: el aumento de temperatura previsto para este siglo ha aumentado de un rango de 1-3,5°C, en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC, a 1,4-5,8°C. La tasa de calentamiento proyectada es mucho mayor que los cambios observados durante el siglo XX y es muy probable que no tenga precedente en los últimos 10 000 años.
- Meteorología extrema: es muy probable que haya un aumento de sucesos meteorológicos extremos, tales como olas de calor, mayores precipitaciones que dan lugar a inundaciones, temperaturas mínimas más altas y menos días fríos.
- Sequía: es muy probable que haya un aumento del riesgo de sequía en los interiores de continentes de latitudes medias.

- **Ciclones:** es probable que en algunas zonas aumenten las intensidades de viento máximo y precipitación de los ciclones tropicales.
- **Tendencias:** las tendencias del siglo xx de aumento de temperatura, subida del nivel del mar y mayor precipitación continuarán y se intensificarán en el siglo xxi a menos que se reduzcan las emisiones.
- **Subida del nivel del mar previsto:** el rango previsto de subida global del nivel del mar durante el próximo siglo está entre 9 cm y 88 cm. Además, es muy probable que el calentamiento del siglo xx haya contribuido significativamente a la subida del nivel del mar observado, que ha sido de 10 cm a 20 cm en el último siglo.
- **Fusión de hielos:** los glaciares y los hielos polares van a continuar fundiéndose, y se mantendrá la disminución de la cubierta de nieve y hielo del hemisferio Norte.
- **El Niño:** es probable que el calentamiento global produzca mayores extremos de períodos secos y lluvia intensa y aumente el riesgo de sequías e inundaciones que ocurren con los sucesos de El Niño en diferentes regiones del país.
- **Groenlandia:** las capas de hielo seguirán reaccionando al calentamiento climático y contribuirán a la subida del nivel del mar durante miles de años después de que el clima se haya estabilizado. Los modelos de capas de hielo estiman que un calentamiento local mayor de 3°C, si se mantiene durante milenios, conduciría prácticamente a una fusión completa de la capa de hielo de Groenlandia, con una subida del nivel del mar resultante de unos 7 m. Es probable que el calentamiento en esta región del planeta sea de una a tres veces el calentamiento medio mundial, que como fue indicado, se estima que esté en el rango de 1,4 a 5,8°C, por tanto, un calentamiento de 3°C alrededor de Groenlandia parece probable dentro del próximo siglo.
- **Antártida:** los actuales modelos de la dinámica del hielo sugieren que la capa de hielo de la Antártida occidental podría contribuir hasta 3 m a la subida del nivel del mar a lo largo de los próximos 1000 años. Ante estas conclusiones de los climatólogos y gobiernos, Greenpeace afirma que se necesita una seria atención de la opinión

pública para forzar a los gobiernos a negociar reducciones reales de las emisiones de gases invernadero y a tomar las firmes decisiones necesarias para transformar la economía mundial, de forma que esta pase de estar basada en combustibles fósiles a un futuro de energía renovable. Solo de esta manera podemos evitar los escenarios de calentamiento predichos por los científicos del IPCC en el Tercer Informe de Evaluación, u otros peores.

- Duración: el cambio climático persistirá durante muchos siglos, debido a la larga vida de los gases invernadero en la atmósfera, sin embargo, cuanto menor sea el nivel al cual se establezcan las concentraciones de CO<sub>2</sub>, menor será el cambio total de la temperatura.

Igualmente, un análisis a nivel global de los recursos naturales y del impacto de las actividades del ser humano muestra que estamos utilizando los recursos del planeta más rápido de lo que estos se pueden renovar —los últimos datos disponibles indican que la huella ecológica de la humanidad se ha triplicado desde 1961—. Nuestra huella actual excede en casi un 25 % la capacidad del planeta para regenerarse.

El gran desarrollo tecnológico e industrial ha sobrepasado la capacidad de la naturaleza para restablecer el equilibrio natural alterado y el hombre ha contribuido seriamente con la contaminación de los océanos y del medio ambiente con consecuencias catastróficas impredecibles. En consecuencia, la política de los océanos en Colombia debe contemplar, entre otros, los siguientes propósitos:

- Evitar la contaminación del agua.
- Evitar la contaminación del suelo.
- Evitar la contaminación de la flora y la fauna.
- Evitar la contaminación del aire.

### Calentamiento global y aumento del nivel del mar en zonas costeras colombianas

De las dos líneas costeras con las que cuenta el país, la que mayor riesgo tiene por subida del nivel del mar es el Caribe y principalmente Cartagena,

que por estar en los límites del nivel freático es la ciudad con mayor riesgo de grandes inundaciones, cada vez que llueve o sube la marea un poco más de lo normal, lo que causa inmensas pérdidas.

Existen muchas formas de responder al cambio climático, dependiendo del lugar y capacidad de respuesta económica, legislativa y gubernamental, por lo que no es fácil encontrar una solución única y cada caso se debe tratar de acuerdo con esas capacidades particulares. Aunque existe una forma que no requiere mayores recursos y se llama *conciencia* de los efectos nocivos del calentamiento global, es decir, comprender que nos afecta de alguna manera a todos por igual.

Por lo anterior, se requiere hacer énfasis en los estudios relacionados con el cambio climático, el fenómeno de El Niño, el ascenso del nivel del mar y los eventos extremos, huracanes y tsunamis, en el territorio marítimo de la Nación.

## Referencias

- Bandura, A. (1977). *Social learning theory*. New York: General Learning.
- Cabezas, A. y Bravo, S. (2010). *Redes avanzadas en América Latina: infraestructuras para el desarrollo regional en ciencia, tecnología e innovación. Libro blanco*. Santiago de Chile: RedCLARA.
- CIOH (2019). Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. ([www.cioh.org.co/index.php/es/](http://www.cioh.org.co/index.php/es/) accedido el 25 de junio de 2019).
- Ecoversa. (2014). *Plan Nacional de Recursos Acuáticos*. Documento borrador. Bogotá.
- FAO. (2010). *The Wealth of Waste: The economics of wastewater use in agriculture*. Rome: FAO.
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., y Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Science*, 111(23), 8410-8415.
- Gleeson, T., Wada, Y., Bierkens, M. F. P., y Van Beek, I. P. H. (2012). Water balance of global aquifers revealed by groundwater footprint. *Nature*, 488, 197-200. doi: 10.1038/nature11295

- Global Water Partnership (GWP). (2003). *Gobernanza eficaz del agua*. Documento presentado y discutido en reuniones de la GWP-TEC. Fortaleza, Brasil.
- Gupta, J., Pouw, N. R. M., y Ros-Tonen, M. A. F. (2015). Towards an elaborated theory of inclusive development. *European Journal of Development Research*, 27(4), 541-559.
- Gutiérrez, F. de P. (2012). *Los recursos hidrobiológicos continentales y marinos-costeros e insulares*. Documento borrador Plan Nacional de Recursos Acuáticos. Bogotá.
- Gutiérrez, F. de P. (2014). *Los recursos hidrobiológicos continentales y marinos-costeros e insulares*. Documento borrador. Actualización del inventario para el Plan Nacional de Recursos Acuáticos. Bogotá.
- Hajer, M. A. y Wagenaar, H. (Eds.) (2003). *Deliberative policy analysis understanding governance in the network society*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Healey, P. (2006). Transforming governance: Challenges of institutional adaptation and a new politics of space. *European Planning Studies*, 14(3), 299-320.
- Van Hofwegen, P. J. M. y Jaspers, F. (1999). *Marco analítico para la gestión integrada de los recursos hídricos: directrices para los marcos institucionales*. Rotterdam: Unesco.
- Huitema, D., Mostert, E., Egas, W., Moellenkamp, S., Pahl-Wostl, C., y Yalcin, R. (2009). Adaptive water governance: Assessing the institutional prescriptions of adaptive (co-)management from a governance perspective and defining a research agenda. *Ecology and Society*, 14(1), 26.
- Ideam. (2013). *Zonificación y codificación de unidades hidrográficas e hidrogeológicas de Colombia*. Bogotá: Ideam.
- Ideam. (2014). *Estudio Nacional del Agua*. Bogotá: Ideam.
- Ideam. (2019). *Sistema de Información Ambiental de Colombia*. Recuperado de <http://www.siac.gov.co/geovisorconsultas>
- Invemar. (2013). *Evaluación del estado del conocimiento de los recursos hidrobiológicos asociados a los ecosistemas marinos, costeros e insulares de Colombia*. Santa Marta: Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras "José Benito Vives de Andreis".
- Kenis, P. y Schneider, V. (1991). Policy networks and policy analysis: Scrutinizing a new analytical toolbox. En B. Marin y R. Mayntz (Eds.),

- Policy network: Empirical evidence and theoretical considerations* (pp. 25-59). Frankfurt: Campus Verlag.
- Kooiman, J. (2003). *Governing as governance*. Londres: Sage Publishing.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). (2014). *Manual de compensaciones por pérdida de biodiversidad en ecosistemas acuáticos*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.
- Marks, G. y Hooghe, L. (2004). Contrasting visions of multi-level governance. En I. Bache y M. Flinders (Eds.), *Multi-level governance: Interdisciplinary perspectives* (pp. 15-30). Oxford: Oxford University Press.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2010). *Política nacional para la gestión integral del recurso hídrico*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2012). *Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos*. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- Mazzucato, M. (2018). *Mission-oriented research and innovation in the European Union. A problem-solving approach to fuel innovation-led growth*. Brussels: European Commission.
- Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Washington D. C.: United Nations.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencia) y Vicepresidencia de la República. (2019). *Colombia hacia una sociedad del conocimiento. Informe de la Misión Internacional de Sabios 2019 por la Educación, la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. Bogotá: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y Vicepresidencia de la República.
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencia) y Vicepresidencia de la República. (2020). *Colombia hacia una sociedad del conocimiento. Informe de la Misión Internacional de Sabios 2019 por la Educación, la Ciencia, la Tecnología y la Innovación*. Bogotá: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y Vicepresidencia de la República.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2000). *Política Nacional Ambiental para el desarrollo sostenible de los espacios oceánicos y las zonas costeras e insulares de Colombia*. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente.

- Ministerio del Medio Ambiente. (2002). *Política Nacional para Humedales interiores de Colombia. Estrategias para su conservación y uso sostenible. Estrategias para su conservación y uso sostenible*. Bogotá: Consejo Nacional Ambiental.
- Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y Ministerio de Educación. (2002). *Política Nacional para la Educación Ambiental*. Bogotá: Ministerio del Medio Ambiente y Ministerio de Educación.
- Norman, E., Bakker, K., y Cook, C. (2012). Introduction to the themed section: Water governance and the politics of scale. *Water Alternatives*, 5(1), 52-61.
- Norman, E., Cook, C., y Cohen, A. (2015). *Negotiating water governance: Why the politics of scale matter*. Surrey: Ashgate.
- OER-NOAA. (s. f.). What is ocean exploration and why is it important? Ocean Exploration and its Importance. Recuperado de <https://oceanexplorer.noaa.gov/backmatter/whatisexploration.html>
- Patsy, H. (1997). *Collaborative planning: Shaping places in fragmented societies*. New York: Palgrave.
- Paz Cardona, A. J. (2019, marzo 23). Calidad, abastecimiento y saneamiento: los grandes retos del agua en Colombia. [Entrada de blog]. Recuperado de: <https://es.mongabay.com/2019/03/colombia-estudio-nacional-agua-ideam/>
- Perreault, T. (2014). What kind of governance for what kind of equity? Towards a theorization of justice in water governance. *Water International*, 39(2), 233-245.
- Portes, A. (1998). Social capital: Its origins and applications in modern sociology. *Annual Review of Sociology*, 24, 1-24.
- Schot, J. y Steinmueller, W. E. (2018). Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation systems, and transformative change. *Research Policy*, 47, 1554-1567.
- The Global Risks Report. (2018). World Economic Forum (13 ed.). Geneva.
- UN/World Water. (2015). *Development report 2015: Water for a sustainable World*. World Water Assessment Programme. Perusia: Unesco.
- UN/World Water. (2018). *The United Nations world water development report 2018: Nature-based solutions for water*. París: Unesco.
- Undesa. (2013). *World population prospects: The 2012 revision*. New York: United Nations. Recuperado de <http://esa.un.org/wpp/>

- Unesco. (2012). *World's groundwater resources are suffering from poor governance*. París: Unesco.
- United Nations Environment Programme (UNEP). (2002). *The World's International Freshwater Agreements*. Nairobi: United Nations Environment Programme.
- United States Geological Service (USGS). (2013). *Land subsistence*. United Geological Survey. Recuperado de <http://ga.water.usgs.gov/edu/earthgwlandsubside.html>
- World Health Organization (WHO) y United Nations Children's Fund (Unicef). (2017). *Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines*. A. Grojec (Ed.). Denmark.
- WHO. (2019). *Atlantis*. Recuperado de <https://www.who.int/explore/ships/ships-atlantis/>
- Wilder, M. e Ingram, H. (2015). *Knowing equity when we see it: Water equity in contemporary global contexts*. Oxford Handbook on Water Policy and Politics. Oxford: Oxford University Press.
- World Water Assessment Programme (WWAP). (2009). *The United Nations World Water Development Report 2: Water: A Shared Responsibility*. Paris, New York: Unesco.
- World Water Assessment Programme (WWAP). (2014). *The United Nations World Water Development. Water and Energy*. Paris: Unesco.
- World Water Assessment Programme (WWAP). (2017). *Wastewater: The Untapped Resource. The United Nations World Water Development Report 2017*. Paris: Unesco. Recuperado de [www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2017-wastewater-the-untapped-resource](http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2017-wastewater-the-untapped-resource)





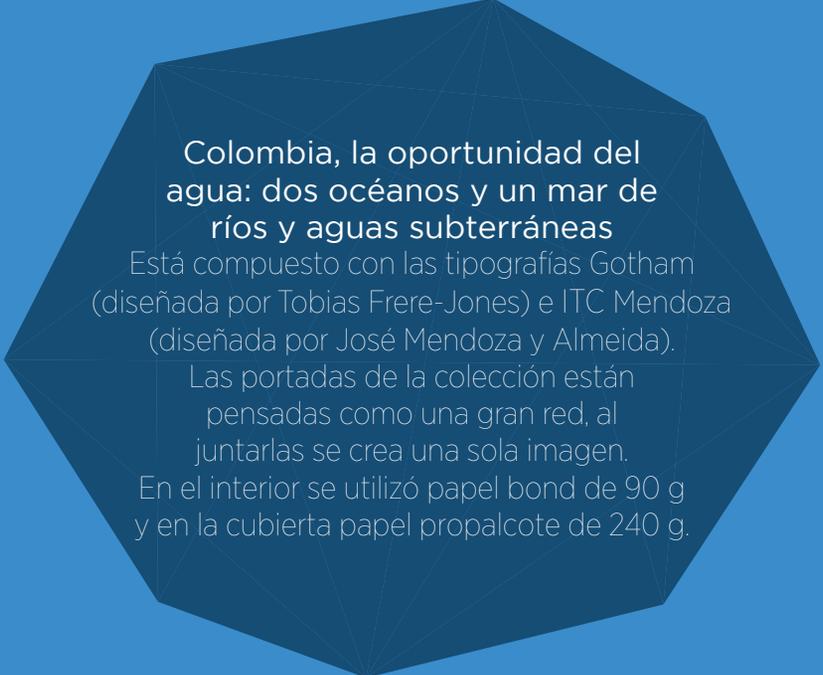
# LISTADO DE SIGLAS

Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA)	Instituto Colombiano para el Desarrollo Rural (Incode)
Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP)	Instituto de Fomento Industrial (IFI)
Buques oceanográficos (BO)	Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura (INPA)
Ciencia, tecnología e innovación (CTI)	Instituto Nacional de Salud (INS)
Código de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente (CRNR)	Investigación + creación (I+C)
Comisión Colombiana del Océano (CCO)	Investigación + desarrollo (I+D)
Comisión Económica para América Latina (CEPAL)	Investigación, desarrollo e innovación (I+D+I)
Comité Ejecutivo para la Pesca (CEP)	Línea de marea alta promedio (LMAP)
Comunidad Andina de Naciones (CAN)	Línea de marea baja promedio (LMBP)
Consejo Nacional de Política Económica y Social (Conpes)	Manejo costero integrado (MCI)
Consortio de política de innovación transformativa (TIPC)	Mapa de Ecosistemas Continentales, Costeros y Marinos (MEC)
Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES)	Metodología general ajustada (MGA)
Convenio de Diversidad Biológica (CDB)	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR)
Corporaciones Autónomas Regionales (CAR)	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (MAVDT)
Corporaciones de Desarrollo Sostenible (CDS)	Ministerio del Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS)
Departamento Nacional de Planeación (DNP)	Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)
Gestión integrada de los recursos hidrobiológicos (GIRH)	Organización Mundial de la Salud (OMS)
Índice de calidad del agua para corrientes superficiales (ICACOSU)	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)
Instituciones de Educación Superior (IES)	Plan de manejo integrado de zonas costeras (PMIZC)
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA)	Plan Nacional de Desarrollo (PND)
	Planes de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCA)
	Política Nacional Ambiental para el Desarrollo Sostenible de los Espacios Oceánicos y las

Zonas Costeras e Insulares de Colombia  
(PNAOCI)  
Política Nacional del Océano y de los Espacios  
Costeros (PNOEC)  
Política Nacional para la Gestión Integral de la  
Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos  
(PNGIBSE)  
Producto Interno Bruto (PIB)  
Programa de Observadores Pesqueros de  
Colombia (POPC)  
Programa Nacional de Investigación, Evaluación,  
Prevención, Reducción y Control de Fuentes  
Marinas y Terrestres de Contaminación del  
Mar (PNICM)  
Programa Nacional de Monitoreo del Recurso  
Hídrico (PNMRH)  
Proyectos Ambientales Escolares (PRAES)  
Recursos acuáticos (RA)  
Recursos hidrobiológicos, marino-costeros,  
insulares y continentales (RHMCIIC)  
Recursos naturales renovables (RNR)  
Red Nacional Académica de Tecnología Avanzada  
(Renata)  
Servicio Estadístico Pesquero Colombiano  
(SEPEC)  
Sistema de Información Ambiental de Colombia  
(SIAC)

Sistema de Información de Calidad Ambiental  
(SIAC)  
Sistema de Información del Recurso Hídrico  
(SIRH)  
Sistema Global de Observatorios Oceánicos  
(GOOS)  
Sistema Nacional Ambiental (SINA)  
Sistema Nacional Ambiental Marino (Sinam)  
Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)  
Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e  
Innovación (SNCTI)  
Unidad Administrativa Especial de  
Parques Nacionales Naturales  
(UAESPNN)  
Unidad Ambiental Costera y/o Oceánica  
(UACO)  
Unidades Económicas de Pesca (UEP)  
Zonas económicas exclusivas (ZEE)





**Colombia, la oportunidad del  
agua: dos océanos y un mar de  
ríos y aguas subterráneas**

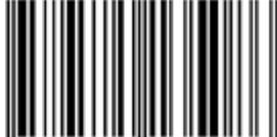
Está compuesto con las tipografías Gotham  
(diseñada por Tobias Frere-Jones) e ITC Mendoza  
(diseñada por José Mendoza y Almeida).

Las portadas de la colección están  
pensadas como una gran red, al  
juntarlas se crea una sola imagen.

En el interior se utilizó papel bond de 90 g  
y en la cubierta papel propalcote de 240 g.



ISBN: 978-958-5135-08-6



9 789585 1135086