Soporte de publicación

Tecnología, legislación y sociedad hacia la protección ambiental, una mirada reflexiva

Libro publicado por Editorial CUN en junio de 2026, ISBN 978-628-97342-6-3. Participo como coautora.

Enlace de la publicación en Editorial CUN:

https://libros.cun.edu.co/index.php/editorial-cun/catalog/book/67

Tecnología, legislación y sociedad hacia la protección ambiental: una mirada reflexiva



COORDINACIÓN DE PUBLICACIONES

Corporación Unificada Nacional de Educación Superior

Materia: 363.7 - Problemas medioambientales

BAREÑO GUTIÉRREZ, RAÚL
SOTOMAYOR, DIANA KATHERINE
CONRADO, ANDREA CAROLINA
HURTADO, ANDRÉS
MUÑOZ SÁNCHEZ, LAURA TERESA
AMAYA FERNÁNDEZ, CRISTIAN ALEJANDRO

Tecnología, legislación y sociedad hacia la protección ambiental: una mirada reflexiva.

Primera edición, Corporación Unificada Nacional de Educación Superior - CUN, 2026

Clasificación: RNU – Sostenibilidad

Tamaño: 21 cm x 29,7 cm / Páginas: 108

Título original: Tecnología, legislación y sociedad hacia la protección ambiental, una mirada reflexiva.

Corporación Unificada Nacional de Educación Superior - CUN
ISBN (Digital): 978-628-97342-6-3
Primera edición, 2026.

Autores:
Raúl Bareño Gutiérrez
Diana Katherine Sotomayor
Andrea Carolina Conrado
Andrés Hurtado
Laura Teresa Muñoz Sánchez
Cristian Alejandro Amaya Fernández

Corrección de estilo: Coordinación de Publicaciones
Portada y diagramación interna: Diana Paola Cruz Velásquez
publicaciones@cun.edu.co

Todos los derechos reservados.

No se permite la reproducción total o parcial de este libro, ni su incorporación a un sistema informático, ni su transmisión en cualquier forma o por cualquier medio, sea este electrónico, mecánico, por fotocopia, por grabación u otros métodos, sin el permiso previo y por escrito del editor. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual.

Esta obra se realizó gracias al apoyo de la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior - CUN

Esta obra está bajo una licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

Contenido

Introducción 9

CAPÍTULO 1. La importancia de la integración de soluciones tecnológicas al servicio de la normatividad nacional e internacional hacia la protección de los ecosistemas: una compilación necesaria 13

- **Resumen** 15
- **Introducción** 16
- **Fundamentación teórica** 18
- **Metodología** 22
- **Resultados** 23
- **Conclusiones** 30
- **Referencias** 31

CAPÍTULO 2. Marco internacional normativo para la protección del medio ambiente en Colombia: una revisión global y emergente 33

- **Resumen** 35
- **Introducción** 36
- **Fundamentación teórica** 39
- **Metodología** 42
- **Resultados** 43
- **Conclusiones** 46
- **Referencias** 47

CAPÍTULO 3. Colombia y sus aliados internacionales en la protección de la biodiversidad 51

- **Resumen** 52
- **Introducción** 53
- **Fundamentación teórica** 54
- **Metodología** 57

Resultados 58
Conclusiones 63
Referencias 65

CAPÍTULO 4. Legislación ambiental colombiana: una revisión desde diferentes contextos 67
Resumen 69
Introducción 70
Fundamentación teórica 72
Metodología 73
Resultados 74
Conclusiones 79
Referencias 81

CAPÍTULO 5. La tecnología, aliada estratégica en la protección ambiental: herramientas y soluciones en el siglo XXI 85
Resumen 87
Introducción 88
Fundamentación teórica 90
Desafíos y barreras en el uso de la tecnología 92
Aplicaciones de la tecnología en entornos ecológicos 92
Metodología 93
Selección de estudios de caso representativos 94
Resultados 94
Optimización de recursos en procesos industriales 95
Gestión inteligente de residuos y reciclaje 97
Conclusiones 99
Referencias 100

Síntesis final 102

Introducción

Raúl Bareño Gutiérrez[*]

El marco normativo en cuanto a la protección de los ecosistemas es abundante en Colombia; por ello, es clave destacar la importancia de la conservación de la flora y la fauna en todas sus formas y en sus ambientes, hacia la protección de la vida silvestre que permita su conservación presente y futura. El país tiene una amplia jurisprudencia de carácter internacional, nacional, regional y local, pero con poco campo de aplicación y con falta de más entidades que apoyen la conservación de los ecosistemas, con conciencia de su importancia para la vida humana misma y con miras a la siguiente generación.

Es así como, en la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior - CUN, dentro de su política enmarcada en la responsabilidad social empresarial, y articulada con diferentes actores, se desarrolla y apoya una cultura por lo ambiental y lo ecológico; por ello, genera proyectos de investigación en este campo disciplinar específico y de manera transversal con todas las áreas disciplinares del saber. Por lo tanto, se presenta el libro *Tecnología, legislación y sociedad hacia la protección ambiental: una mirada reflexiva*, en el cual los investigadores presentan una compilación de cinco capítulos desglosados para el conocimiento de la comunidad científica y educativa, así:

El primer capítulo, "La importancia de la integración de soluciones tecnológicas al servicio de la normatividad nacional e internacional hacia la protección de los ecosistemas: una compilación necesaria", presenta una solución web que permite centralizar y organizar toda esta normatividad en un solo lugar accesible y central. Tener en cuenta los diferentes contextos en cuanto al agua, aire, suelo, etc., justifica el uso de una metodología con enfoque mixto, además de utilizar metabuscadores indexados y términos clave como normatividad, leyes, jurisprudencia y acuerdos. Por último, se hace uso de la metodología Scrum para desarrollar el sitio web de un modo ágil. Para ello, se usa PHP como lenguaje de codificación; en cuanto a la base de datos de gestión y almacenamiento de registros normativos, se emplea MySQL. La plataforma permite a los usuarios filtrar la información por categorías, campos,

* Correo electrónico: raul_bareno@cun.edu.co.

tipo de documento, entre otros, lo que la convierte en un eficiente repositorio central que permite el acceso y consulta de la normativa ambiental, orientado a la centralización, de manera práctica y accesible, de la disparidad normativa que caracteriza a la legislación en Colombia.

El segundo capítulo, "Marco internacional normativo para la protección del medio ambiente en Colombia: una revisión global y emergente", permite hacer un balance de la importancia de articularse con todo ese marco normativo para empezar a adoptar las recomendaciones y buenas prácticas que se puedan replicar en el contexto colombiano desde las regiones y territorios, que permitan la conservación y protección de los ecosistemas y promuevan la vida de las personas en interacción armónica con el planeta Tierra. Asimismo, se orienta hacia la protección del medio ambiente, su flora y fauna, para lograr la sinergia entre todos los actores, con la esperanza de entregar un planeta más verde, biodiverso y pacífico a las próximas generaciones.

El tercer capítulo, "Colombia y sus aliados internacionales en la protección de la biodiversidad", hace un balance de la importancia de los acuerdos internacionales vigentes que marcan el derrotero de políticas y planes que ayuden a la protección de los ecosistemas y de la biodiversidad. Asimismo, enfatiza la cooperación internacional y la gestión sostenible de áreas protegidas, con un enfoque particular en el cambio climático y la resiliencia ecológica, a partir de una revisión sistemática. Por lo tanto, es fundamental identificar y conocer áreas protegidas en biodiversidad y sostenibilidad a nivel local, regional y nacional, basadas en alianzas con diversas organizaciones internacionales para proteger la Tierra y sus recursos. Asimismo, se analiza cómo Colombia colabora con organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el Banco Mundial y la Convención sobre la Diversidad Biológica, entre otros, para avanzar en la protección de la biodiversidad y enfrentar desafíos como la deforestación y el cambio climático.

El cuarto capítulo, "Legislación ambiental colombiana: una revisión desde diferentes contextos", examina detalladamente la evolución de estas normas y evidencia cómo han sido moldeadas para responder a las demandas de conservación ambiental y desarrollo sostenible, al tiempo que se adaptan a las particularidades del contexto colombiano. El análisis se basa en la metodología de búsqueda en diferentes metabuscadores y en el uso de palabras clave como códigos, leyes, normativas, decretos y acuerdos, entre otros, con el fin de revisar la

diversidad de legislación existente sobre los diferentes temas relacionados con flora, fauna, ecosistemas y asuntos ambientales. De igual modo, se abordan los logros obtenidos y se pone énfasis en la promoción de la participación ciudadana como un eje central en la implementación de políticas ambientales sostenibles y en la protección efectiva de los recursos naturales. Los resultados permiten identificar la gran cantidad de normativa existente en diferentes campos y su diversidad en relación con la protección de los ecosistemas marinos y terrestres. De esta manera, se busca ofrecer una visión integral del panorama ambiental en Colombia, que resalta tanto los avances significativos como los retos pendientes para garantizar un equilibrio entre desarrollo y sostenibilidad.

Finalmente, el quinto capítulo, "La tecnología, aliada estratégico en la protección ambiental: herramientas y soluciones en el siglo XXI", destaca cómo las innovaciones tecnológicas promueven prácticas sostenibles en sectores críticos como el tratamiento de aguas residuales y la gestión de residuos. Los sistemas inteligentes de tratamiento permiten una purificación eficiente del agua; asimismo, las plataformas digitales mejoran la logística del reciclaje y reducen la cantidad de residuos enviados a vertederos. Estas herramientas no solo abordan problemas ambientales específicos, sino que también fomentan una cultura de sostenibilidad que involucra a comunidades enteras en la protección del planeta.

En conjunto, los capítulos que conforman esta obra ofrecen una mirada articulada entre tecnología, legislación y cooperación internacional como pilares para la protección ambiental. A partir de distintas aproximaciones metodológicas y analíticas, se busca aportar a la comprensión del marco normativo y de las herramientas disponibles para la conservación de los ecosistemas. De esta manera, el libro pretende servir como referente para investigadores, estudiantes y tomadores de decisiones interesados en fortalecer las acciones orientadas a la protección de la biodiversidad y al desarrollo sostenible en Colombia.

Capítulo 1

La importancia de la integración de soluciones tecnológicas al servicio de la normatividad nacional e internacional hacia la protección de los ecosistemas: una compilación necesaria

The Importance of Integrating Technological Solutions to Support National and International Regulations for Ecosystem Protection: A Necessary Compilation

*Diana Katherine Sotomayor**
*Andrea Carolina Conrado***
*Andrés Hurtado****
*Raul Bareño Gutiérrez*****

* Correo electrónico: diana.sotomayorm@cun.edu.co.
** Correo electrónico: andrea.conrado@cun.edu.co.
*** Correo electrónico: andres.hurtadoma@cun.edu.co.
**** Correo electrónico: raul_bareno@cun.edu.co.

Resumen

La legislación ambiental en Colombia, tanto a nivel nacional como regional, abarca múltiples normas que protegen los diversos ecosistemas del país. Sin embargo, existe un desafío relacionado con la dificultad de acceder a esta normatividad debido a la dispersión de dichas regulaciones. Por lo tanto, es esencial desarrollar una solución web que permita centralizar y organizar toda esta normatividad en un único lugar accesible. Tener en cuenta los diferentes contextos relacionados con el agua, el aire, el suelo, entre otros, justifica el uso de una metodología con enfoque mixto, además de la utilización de metabuscadores indexados y términos clave como normatividad, leyes, jurisprudencia y acuerdos. Por último, se emplea la metodología Scrum para desarrollar el sitio web de manera ágil. Para ello, se utiliza PHP como lenguaje de programación; en cuanto a la base de datos para la gestión y almacenamiento de los registros normativos, se emplea MySQL. La plataforma permite a los usuarios filtrar la información por categorías, campos y tipo de documento, entre otros criterios, de forma tal que funciona como un repositorio central eficiente que facilita el acceso y la consulta de la normativa ambiental. De esta manera, se busca contribuir a la centralización práctica y accesible de la disparidad normativa que caracteriza la legislación ambiental en Colombia.

Palabras clave: desarrollo de *software*, ecosistemas, flora y fauna, legislación ambiental, normatividad nacional e internacional.

Abstract

Environmental legislation in Colombia, both at the national and regional levels, encompasses multiple norms that protect the country's diverse ecosystems. However, there is a challenge related to the difficulty of accessing these regulations due to their dispersion. Therefore, it is essential to develop a web solution that allows the centralization and organization of these regulations in a single accessible location. Considering the different contexts related to water, air, soil, among others, justifies the use of a mixed methodological approach, in addition to the use of indexed meta-search engines and key terms such as regulations, laws, jurisprudence, and agreements. Finally, the Scrum methodology is used to develop the website in an agile manner. The platform allows users to filter information by categories, fields, and document types, among other criteria, functioning as an efficient central repository that facilitates access to and consultation of environmental regulations.

In this way, it contributes to the practical and accessible centralization of the regulatory dispersion that characterizes environmental legislation in Colombia.

Keywords: ecosystems, environmental legislation, flora and fauna, national and international regulations, software development.

Introducción

Para proteger los ecosistemas, Colombia se adhiere a diversas leyes y acuerdos internacionales. La participación en estas regulaciones también incluye al país en convenios internacionales, como el Convenio sobre la Diversidad Biológica y el Acuerdo de París. Asimismo, el país cuenta con un amplio conjunto de regulaciones nacionales, entre las que se incluyen la Ley 99 de 1993, la Ley 165 de 1994 y la Ley 1930 de 2018, entre otras, orientadas a la protección de la biodiversidad y de la flora y fauna del país. Desde esta perspectiva, junto con la jurisprudencia de la Corte Constitucional y diversos instrumentos regionales, el marco normativo ambiental del país resulta amplio y complejo; de ahí surge la necesidad de incorporar una plataforma digital que facilite su consulta. En este contexto, el uso de *software* que permita validar y organizar el marco normativo puede convertirse en una herramienta tecnológica de gran utilidad para la búsqueda y gestión de las normas relacionadas con la protección de los ecosistemas.

Los objetivos que se plantea la presente investigación son, en primera instancia, el diseño y desarrollo de un *software* que facilite el acceso a las leyes ambientales vigentes por parte del Estado mediante recursos informáticos visuales que mejoren la experiencia del usuario. Se pretende que la solución web funcione como un gestor documental de la regulación ambiental al utilizar tecnologías de almacenamiento en la nube y bases de datos para asegurar que la información se encuentre siempre disponible y actualizada.

Hoy en día, la idea de gobernanza electrónica o *e-governance* enfatiza la necesidad de implementar tecnologías digitales para mejorar la administración pública y hacer que los servicios gubernamentales sean más accesibles. Al mismo tiempo, la noción de gestión del conocimiento resalta la importancia de desarrollar sistemas de información que permitan una organización, almacenamiento y recuperación eficientes de los datos, lo que apoya la toma de decisiones y el desarrollo sostenible

(Nonaka y Takeuchi, 1995). Esta investigación se centra en estas áreas y propone un avance tecnológico que no solo facilita el acceso a la legislación, sino que también fomenta la integración de sistemas que apoyen una gestión eficaz y accesible del conocimiento normativo ambiental.

La creciente globalización digital y la transformación tecnológica que caracterizan la sociedad moderna han generado nuevas formas de interacción y acceso a la información. En este contexto, se ha vuelto esencial implementar tecnologías avanzadas en el sector gubernamental para mejorar la eficiencia y la transparencia, particularmente en áreas críticas como la legislación ambiental (Tapscott y Williams, 2006). El acceso claro y comprensible a la normativa vigente se ha convertido en una necesidad tanto para los ciudadanos como para los profesionales del ámbito ambiental.

Sin embargo, a pesar de los avances tecnológicos, el acceso a la legislación ambiental con frecuencia sigue siendo restringido, desorganizado o complejo. Este desafío resalta la importancia de desarrollar herramientas tecnológicas que faciliten la revisión rápida y sencilla de las leyes y regulaciones ambientales vigentes. Estas herramientas pueden ampliar el acceso y la comprensión del marco normativo, lo que fomenta la participación ciudadana y la toma de decisiones informadas (OECD, 2018). Un ejemplo de esta tendencia es el *software* de gestión normativa, que permite examinar leyes y regulaciones de manera más efectiva y comprensible en tiempo real y facilita el cumplimiento y el control ambiental.

Particularmente en el campo de la legislación ambiental, el desarrollo web se ha convertido en una herramienta fundamental para la gestión y difusión de la información. Con el avance de la tecnología, los sitios web han evolucionado hasta convertirse en plataformas interactivas que no solo facilitan el acceso a la información, sino que también permiten la gestión eficiente y en tiempo real de grandes volúmenes de datos. Para alcanzar estos objetivos, se emplean tecnologías como sistemas de gestión de bases de datos, almacenamiento en la nube y herramientas de visualización de datos. Las bases de datos permiten una organización eficaz de la información legislativa, mientras que su almacenamiento en internet garantiza su disponibilidad y accesibilidad desde cualquier lugar. Además, las interfaces de usuario deben ser intuitivas para facilitar la navegación y la búsqueda de información relevante. Las tecnologías basadas en la web y las bases

de datos relacionales son esenciales para desarrollar aplicaciones en línea efectivas, escalables y capaces de gestionar datos normativos.

El desarrollo de aplicaciones en línea también debe considerar principios de diseño centrados en el usuario, lo que implica comprender adecuadamente las necesidades del público objetivo. Según Nielsen y Molich (1990), un diseño adecuado debe ofrecer una experiencia fluida que incluya facilidad de acceso a la información, rapidez en la consulta de las normas y una visualización clara de la legislación.

Por otro lado, se recomienda utilizar marcos de trabajo ágiles como Scrum para el desarrollo web, ya que permiten realizar ajustes rápidos y continuos durante el proceso de diseño y desarrollo, lo cual resulta esencial para mantener actualizadas las plataformas que gestionan legislación en un entorno cambiante como el ambiental (Schwaber y Sutherland, 2017). Scrum fomenta la colaboración continua entre los miembros del equipo de desarrollo, lo que contribuye a garantizar la calidad del *software* durante todo el ciclo de vida del proyecto.

En esta línea de reflexión, el desarrollo de este proyecto se centra en la siguiente pregunta: ¿cómo puede el uso de plataformas web ágiles mejorar el acceso y la comprensión de las leyes ambientales colombianas?

Fundamentación teórica

La protección de los ecosistemas ha sido un tema central en las agendas mundial y local durante las últimas décadas, y las normas tanto internacionales como nacionales desempeñan un papel clave en este proceso. La legislación ambiental internacional establece marcos que buscan conservar la biodiversidad y proteger el medio ambiente. Colombia, como parte de diversas convenciones internacionales, como la Convención sobre la Diversidad Biológica (CDB) y el Acuerdo de París, ha asumido compromisos que alinean sus políticas internas con estándares globales (Ley 99, 1993). Estos acuerdos requieren la integración de normas locales, regionales e internacionales para enfrentar los problemas ambientales de manera efectiva.

A nivel nacional, la legislación colombiana ha construido un sistema normativo sólido, con leyes importantes como la Ley 99 de 1993, que establece el Sistema Nacional Ambiental, y la Ley 165 de 1994, que regula el uso y la conservación de

la biodiversidad (Ley 99, 1993). Sin embargo, uno de los principales problemas es la dispersión de estas normativas, lo que dificulta el acceso rápido y eficiente a la información por parte de los actores encargados de la gestión ambiental.

Las disposiciones ambientales adoptadas por los gobiernos nacional, regional o local, así como por otras instituciones, se establecen bajo principios constitucionales, éticos, científicos y económicos. En todo caso, estas disposiciones buscan lograr un equilibrio entre el desarrollo humano y la protección del medio ambiente. Por esta razón, las normas ambientales de los países suelen alinearse con los derechos fundamentales consagrados en sus constituciones, como el derecho a un medio ambiente sano que, según muchos ordenamientos constitucionales, debe ser garantizado por el Estado de derecho. Este derecho se encuentra presente en la inmensa mayoría de las constituciones modernas, por lo que el Estado tiene la obligación de regular todas las actividades humanas que puedan afectar el medio natural.

El principio de prevención, tal como se establece en el Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (art. 191), también es determinante en las disposiciones ambientales. Este principio señala que, cuando existe incertidumbre científica acerca de los efectos de una actividad, deben adoptarse medidas preventivas con el fin de evitar daños irreversibles (Berkes, 2015).

Asimismo, el concepto de *desarrollo sostenible* —que hace referencia a la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas— ha sido un elemento central en la regulación ambiental. La Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo (1992) ha constituido un referente mundial que destaca la importancia de incorporar principios de sostenibilidad en las políticas públicas y en la gestión de los recursos naturales (World Commission on Environment and Development, 1987). El desarrollo sostenible se refiere a la interrelación entre las dimensiones económica, social y ambiental, y promueve un equilibrio entre el progreso humano y la protección del medio ambiente (Sachs, 2015).

Las normativas ambientales, tanto a nivel local como nacional, están fuertemente influenciadas por los acuerdos internacionales. En efecto, el Acuerdo de París sobre el cambio climático (2015) y la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, junto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), evidencian la importancia

de adoptar acciones globales orientadas a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y a la conservación de la biodiversidad (Naciones Unidas, 2015). Las exigencias derivadas de estos acuerdos han llevado a los gobiernos nacionales a adaptar sus normativas con el fin de armonizarlas con los compromisos internacionales y fortalecer la cooperación global.

En el caso de Colombia, la normativa ambiental cuenta con un marco legal amplio, desarrollado a lo largo del tiempo para proteger el uso de los recursos naturales y garantizar el derecho a un ambiente sano, al tiempo que promueve el desarrollo sostenible. Las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR) cumplen una función fundamental como entidades públicas encargadas de regular y gestionar los recursos naturales en el ámbito regional, de forma tal que influyen significativamente en la aplicación de la normativa ambiental y en su cumplimiento. De hecho, las CAR han promovido y desarrollado diversas políticas y regulaciones ambientales fundamentadas en la Constitución, en normativas internacionales y en principios de sostenibilidad. La Constitución Política de 1991 reconoce el derecho de los ciudadanos a gozar de un ambiente sano (art. 79) y establece el compromiso del Estado de proteger la diversidad biológica y los recursos naturales del país. En este sentido, las políticas públicas y las normas ambientales adoptadas buscan equilibrar el desarrollo económico con la conservación del medio ambiente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), 2018).

En esta misma línea, la Ley 99 de 1993 establece el Sistema Nacional Ambiental (SINA), el cual define las responsabilidades y competencias de los organismos encargados de ejecutar la gestión ambiental. Esta ley crea las Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), que actúan como autoridades ambientales regionales responsables de velar por el cumplimiento y la ejecución de las normas ambientales dentro de su jurisdicción (MADS, 2018).

Las CAR deben implementar instrumentos de gestión ambiental como la Declaración de Impacto Ambiental, los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas y los programas de manejo de residuos sólidos. En este sentido, estas entidades cumplen un papel relevante en la aplicación de la política pública ambiental del país, ya que contribuyen a hacer más efectivas las normativas en los ámbitos regional y local. Igualmente, existen otros instrumentos legales que deben ser observados por las CAR, como la Ley 1333 de 2009, que regula el procedimiento

sancionatorio en materia ambiental, y la Ley 1753 de 2015, que establece políticas para la gestión de los recursos naturales renovables.

Un ejemplo concreto de la institucionalización de estas normas por parte de las CAR son los estudios ambientales, como la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), implementada mediante mecanismos obligatorios para proyectos susceptibles de generar impactos significativos sobre el entorno. Las CAR evalúan los informes de EIA presentados por empresas y desarrolladores, con el fin de asegurar el cumplimiento de las regulaciones y la adopción de medidas de mitigación adecuadas para prevenir daños ambientales.

El desarrollo sostenible está profundamente arraigado en la política ambiental de Colombia, y las CAR son actores clave para hacerlo efectivo. La ley constituye un instrumento fundamental de la política ambiental de los Estados destinado a alcanzar el uso racional y sostenible del ambiente. Para ello, establece pautas que buscan evitar su deterioro y promover su conservación, al tiempo que garantizan que las generaciones futuras puedan acceder a los recursos naturales en condiciones de equidad y preservar así la diversidad ecológica y biológica. Con este propósito, las CAR formulan estrategias y planes relacionados con el manejo de cuencas hidrográficas, la explotación forestal sostenible y la conservación de especies amenazadas, entre otros aspectos (MADS, 2018).

La responsabilidad social corporativa también adquiere relevancia en la política ambiental. El papel de las empresas en este ámbito se articula con principios éticos relacionados con la sostenibilidad ecológica. En este contexto, diversas iniciativas privadas buscan contribuir al cumplimiento de objetivos ambientales mediante estrategias que complementan las políticas públicas. No obstante, la legislación estricta por sí sola no garantiza resultados duraderos, ya que las buenas prácticas pueden replicarse y existen incentivos económicos que motivan su adopción (Porter y Kramer, 2011).

La tecnología emerge, en este escenario, como una herramienta poderosa. Contar con un *software* de gestión normativa que integre la legislación ambiental puede agilizar la consulta de las diferentes normativas, leyes, jurisprudencias y ordenanzas, tanto a nivel nacional como internacional. Estas plataformas, desarrolladas a partir de tecnologías visuales y sistemas de almacenamiento en la

nube, ofrecen una forma ágil y eficiente de organizar la información normativa, mejorar la toma de decisiones y favorecer el cumplimiento de los compromisos ambientales asumidos.

Por ello, la solución propuesta consiste en una base de datos destinada a servir como herramienta de consulta rápida y accesible para ciudadanos, empresas y profesionales. La plataforma funciona como un punto de acceso único que optimiza los procesos de consulta y permite personalizar las búsquedas mediante categorías temáticas, fechas y otros filtros. Asimismo, se actualiza de manera constante para reflejar modificaciones normativas y nuevos decretos emitidos por las autoridades competentes.

Metodología

Para enfrentar el desafío de consolidar y centralizar la dispersa legislación ambiental en Colombia, se adopta un enfoque mixto, cualitativo y cuantitativo, orientado a la organización y consulta de las regulaciones en general. Dado que los temas abordados —como el agua, el aire y el suelo— comprenden múltiples regulaciones a nivel nacional, regional y local, el enfoque mixto permite abordar tanto los aspectos técnicos de la gestión de la información como los requisitos específicos de los usuarios. En este sentido, se utilizan metabuscadores indexados para localizar documentos relacionados con la legislación de manera más eficiente, mediante la optimización de palabras clave como "normatividad", "leyes", "jurisprudencia" y "acuerdos", con el fin de asegurar una amplia cobertura de los temas ambientales pertinentes.

Asimismo, para el desarrollo de la solución se emplea la metodología Scrum, un enfoque ágil que permite incorporar la colaboración y la flexibilidad entre las partes durante el proceso de construcción del sistema. Scrum posibilita la división del proyecto en unidades de trabajo breves denominadas *sprints*, con el propósito de entregar resultados de manera continua y realizar ajustes posteriores conforme se identifican nuevas necesidades o mejoras en la solución. La relevancia de este enfoque ágil radica en que asegura la posibilidad de crecimiento eficiente del sistema y su adaptación en tiempo real a las exigencias de los usuarios al ofrecer una estructura robusta y flexible para la gestión de la normativa vigente.

Resultados

En cuanto a la implementación del *software* destinado a centralizar la información relacionada con la legislación ambiental, fue necesario validar los requisitos de la plataforma y del repositorio de información. En lo referente al lenguaje de programación, la opción más adecuada fue el uso de un formato personalizado basado en PHP para la codificación, HTML para la estructura del sitio y CSS para los estilos visuales. Aunque muchos entornos de desarrollo web utilizan plataformas como WordPress debido a su facilidad de uso y rapidez de implementación, en este proyecto se tuvieron en cuenta las limitaciones económicas y técnicas relacionadas con licencias e infraestructura. En este contexto, PHP y MySQL ofrecieron mayores posibilidades para el desarrollo de un prototipo accesible y flexible, acorde con la lógica de la arquitectura y del diseño planteado.

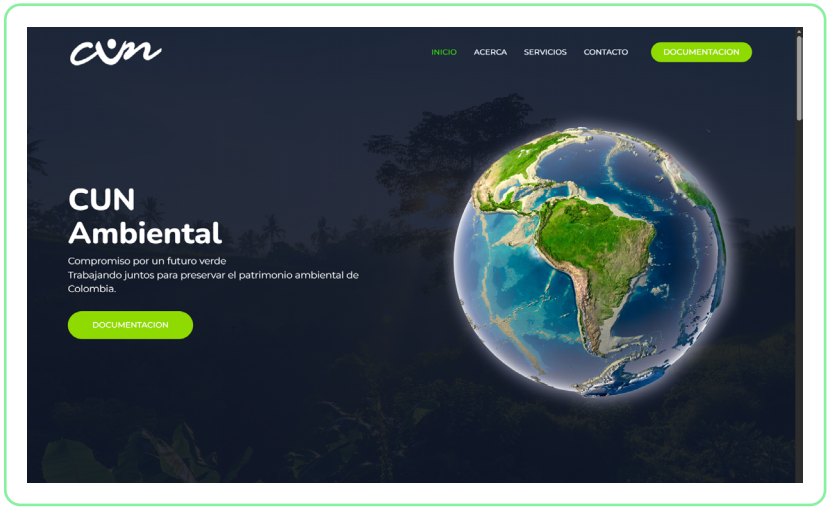
Esto permitió simplificar la gestión del sitio y facilitar la creación de un repositorio que centraliza la documentación relacionada con la normativa y legislación sobre la protección ambiental de los diferentes ecosistemas en Colombia. Como se evidenció durante la revisión de información, la recopilación de actos legislativos en materia ambiental para alimentar el repositorio mostró la dificultad de obtener documentos cuando estos se encuentran dispersos en internet. Con frecuencia, los archivos relevantes —generalmente en formato PDF— aparecen distribuidos en múltiples fuentes, lo que dificulta su localización sin conocimientos técnicos específicos para su gestión. Por esta razón, el formato web visual resultó ser una alternativa adecuada para organizar archivos y documentos. De este modo, los usuarios pueden localizar la legislación en un sitio web estructurado, con información filtrada, lo que evita la pérdida de tiempo en la exploración de múltiples recursos.

El *software* facilita así la gestión de las normativas legislativas, que difieren entre sí debido a la diversidad de temas y documentos abordados. Esta clasificación se realiza mediante el uso de bases de datos avanzadas y motores de búsqueda que estructuran la información normativa. Asimismo, la posibilidad de clasificar la información mediante bases de datos y motores de búsqueda demuestra la viabilidad y eficacia de la solución propuesta.

Para iniciar el desarrollo de la solución web se levantaron los requerimientos funcionales y no funcionales del prototipo. Posteriormente, se definieron la

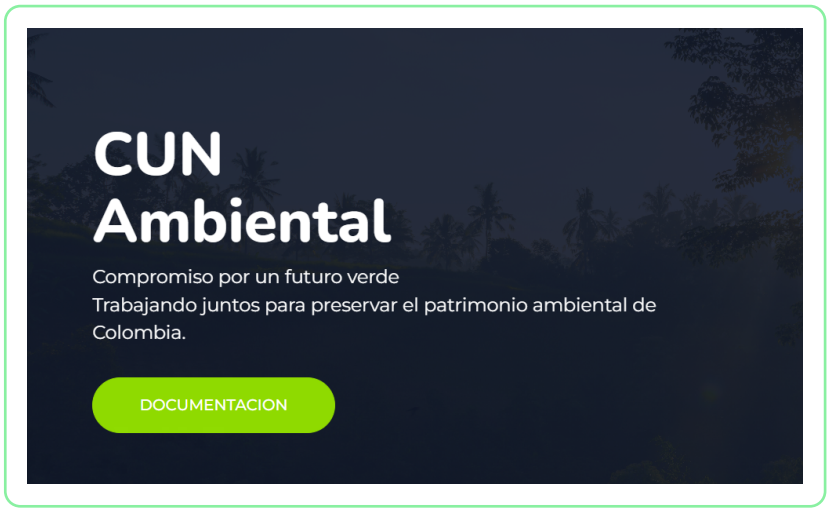
arquitectura del sistema, el modelo relacional, los diagramas UML y otras consideraciones técnicas relevantes.

Figura 1. *Entorno inicial*



Se destaca la paleta de colores institucional y el entorno de funcionalidad y usabilidad, diseñado de forma interactiva y de fácil interpretación, acorde con la imagen corporativa. En la figura 2 se muestra la ubicación del repositorio que contiene la información recopilada sobre la normativa ambiental incorporada en diferentes campos.

Figura 2. *Ítem de documentos*



En la figura 3 se presentan algunos elementos fundamentales y los cuatro servicios principales de la plataforma: búsqueda avanzada, comunidad en línea, servicios personalizados y valor agregado, mediante el cual —a través de una

cuota— se ofrece apoyo en la implementación de las normas identificadas, así como en el fortalecimiento del entorno documental y la ampliación del repositorio.

Figura 3. *Sección de servicios*



En la figura 4 se incluye información relevante acerca del sitio, como el espacio en el que se centraliza la normativa y la cantidad de documentos disponibles en la plataforma.

Figura 4. *Sección bienvenida*



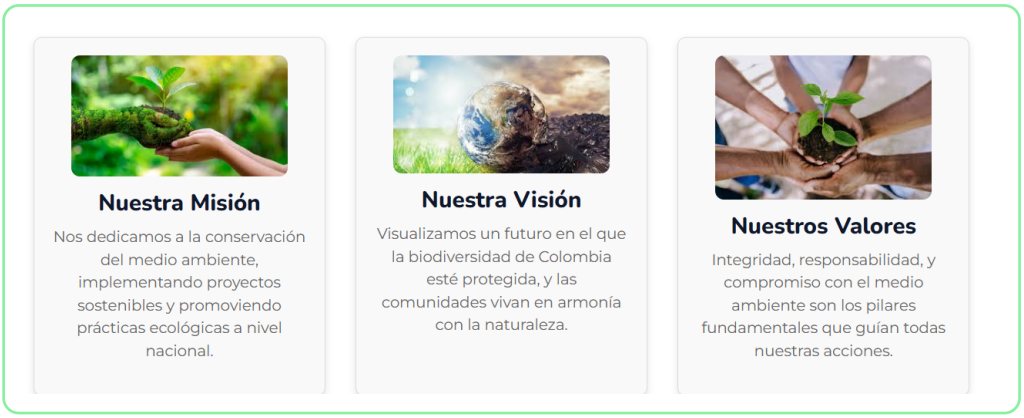
Como se ve en la figura 5, la normativa se segmenta en categorías tales como biodiversidad y ecosistemas, fenómenos naturales como el cambio climático y recursos naturales, entre otras.

Figura 5. *Sección de categorías principales*



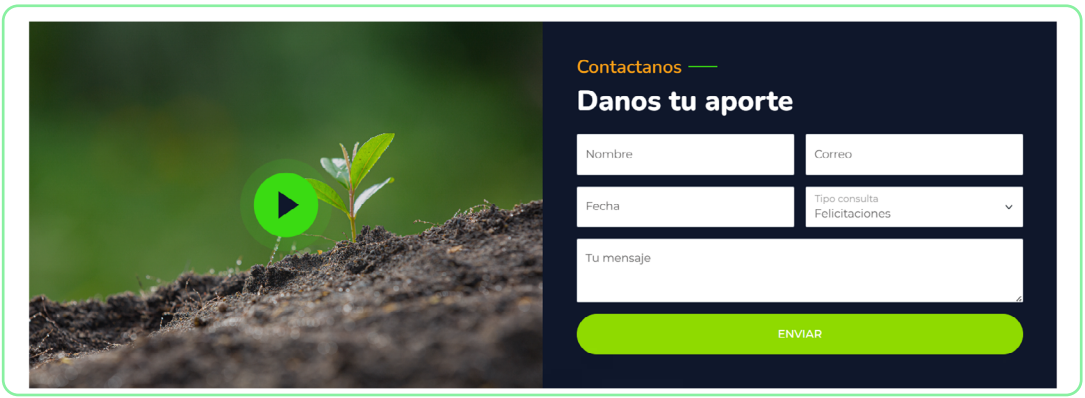
En la figura 6 se muestra que Cunamb, como organización, se rige por valores como la integridad, la responsabilidad y el compromiso con el medio ambiente, lo cual sustenta su misión de contribuir a la conservación ambiental y su visión orientada al futuro de la biodiversidad.

Figura 6. *Sobre nosotros: misión, visión y valores*



En la figura 7 se presenta un formulario de contacto mediante el cual los usuarios consultores pueden enviar sus opiniones o plantear dudas relacionadas con la normativa incorporada en esta primera fase del proyecto.

Figura 7. *Formulario de contacto*



En la figura 8 se evidencia un formulario de registro para incorporar normas a la base de datos dentro de la solución propuesta, con el fin de facilitar su actualización permanente.

Figura 8. *Formulario de registro y edición de normativa*



En la figura 9 se presenta un formulario de registro en la base de datos según el tipo de elemento.

Figura 9. *Registro en base de datos por elemento*



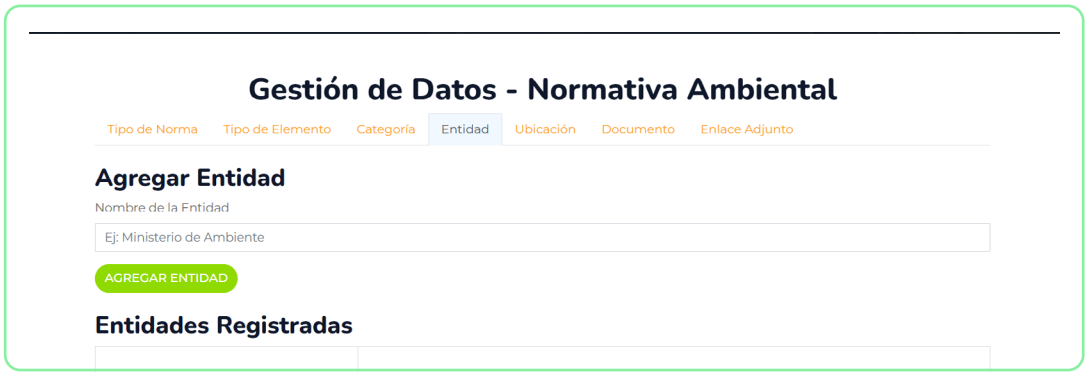
En la figura 10 se muestra un formulario de registro en la base de datos según la categoría de la norma a incorporar (tierra, aire, agua, etc.).

Figura 10. *Registro en base de datos por categoría*



En la figura 11 se presenta un formulario de registro en la base de datos según la entidad responsable de emitir la normativa.

Figura 11. *Registro en base de datos por entidad*



En la figura 12 se muestra un formulario de registro en la base de datos según la ubicación de la entidad que emitió la normativa.

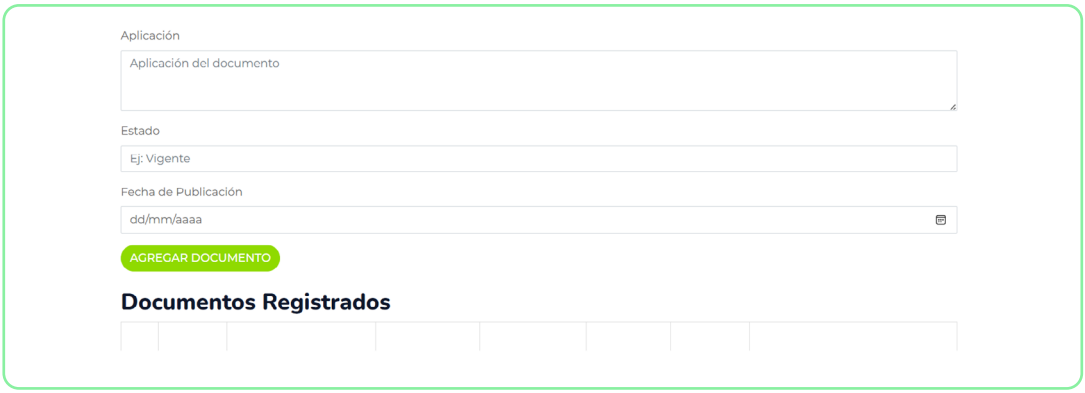
Figura 12. *Registro en base de datos por ubicación*



En la figura 13 se presenta un campo para diligenciar los datos completos relacionados con la ubicación de la norma.

Figura 13. *Campo para diligenciar con datos completos*





En la figura 14 se muestra un formulario para registrar la información relevante de la normativa a añadir, junto con una breve descripción y la URL correspondiente para su indexación.

Figura 14. *Campo para diligenciar con datos completos y agregar enlaces URL*



En la figura 15 se evidencia cómo el usuario consultor puede visualizar los datos añadidos mediante el formulario de registro de normativas y, a través del botón "ver documento", descargar o consultar la información correspondiente.

Figura 15. *Visualización de la información añadida en el formulario de registro de normativas*



Conclusiones

La solución web desarrollada para la gestión de la normativa ambiental presenta diversas ventajas que contribuyen a una administración más eficiente y efectiva de la información normativa. En primer lugar, permite validar y consultar la normatividad vigente y actualizada a nivel local, nacional y regional, lo que fortalece la capacidad de las entidades y organizaciones para mantenerse al día con los cambios legislativos y evitar posibles sanciones derivadas del incumplimiento. Otro aspecto fundamental es la centralización de la información, ya que la plataforma permite almacenar y gestionar toda la documentación normativa en un solo lugar, lo que facilita el acceso y la actualización de los datos de manera organizada y segura.

Asimismo, la solución contribuye a la reducción de riesgos legales y operativos derivados del incumplimiento normativo, como multas, demandas o interrupciones en las actividades institucionales o empresariales. Del mismo modo, optimiza la eficiencia en la gestión de auditorías y reportes alineados con el marco normativo correspondiente y permite ahorrar tiempo y recursos en la recopilación de datos y en la elaboración de informes.

La plataforma también apoya los procesos de toma de decisiones, ya que el acceso a datos actualizados y organizados permite a las organizaciones adoptar decisiones informadas y estratégicas, alineadas con los objetivos de sostenibilidad y responsabilidad ambiental. Además, favorece la colaboración entre diferentes áreas o departamentos —como medio ambiente, salud y seguridad u operaciones— al facilitar un trabajo coordinado orientado al cumplimiento de las normativas ambientales.

Finalmente, esta solución web no solo facilita el cumplimiento normativo, sino que también optimiza procesos, reduce riesgos, mejora la transparencia y promueve la implementación de prácticas sostenibles dentro de las organizaciones. Asimismo, fortalece la eficiencia y accesibilidad en la búsqueda de información relevante para diversos tipos de usuarios, entre ellos abogados, ingenieros ambientales, gestores normativos y empresas del sector ecológico. El acceso rápido y eficiente a la información necesaria favorece una gestión más eficaz y un desempeño profesional más ágil. Esta solución contribuye, en consecuencia, a generar un entorno de trabajo más eficiente, informado y productivo para todos los actores involucrados.

Con esta infraestructura web se logra una gestión adecuada de la plataforma tanto en términos de capacidad como de seguridad, lo que permite apoyar a los usuarios en un entorno de aprendizaje continuo y colaboración. Asimismo, dado que existe una gran cantidad de información normativa susceptible de ser incorporada al repositorio, la CUN puede aprovechar esta herramienta dentro de su entorno educativo y académico.

Referencias

Berkes, F. (2015). *Coasts for People: Interdisciplinary Approaches to Coastal and Marine Resource Management*. Routledge.

Congreso de Colombia. (1993, diciembre 22). Ley 99 de 1993: por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. *DO*: 41 146. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html

Congreso de Colombia. (1994, noviembre 9). Ley 165 de 1994: por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992. *DO*: 41 589. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=37807

Congreso de Colombia. (2009, julio 21). Ley 1333 de 2009: por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones. *DO*: 47 417. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=36879

Congreso de Colombia. (2015, junio 9). Ley 1753 de 2015: por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 "Todos por un nuevo país. *DO*: 49 538. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=61933

Congreso de Colombia. (2018, julio 27). Ley 1930 de 2018: por medio de la cual se dictan disposiciones para la gestión integral de los páramos en Colombia. *DO*: 50 667. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87764

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2018). *Informe de gestión*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Informe-Gestio%CC%81n-MINAMBIENTE-2018.pdf

Naciones Unidas. (2015). Acuerdo de París. https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf

Nielsen, J. y Molich, R. (1990). Heuristic evaluation of user interfaces. En J. Carrasco y J. Whiteside (eds.), *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems* (pp. 249-256). ACM.

Nonaka, I. y Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford University Press.

OECD. (2018). *Digital Government Review of Colombia: Towards a Citizen-Driven Public Sector*. OECD Publishing. https://doi.org/10.1787/9789264291867-en

Porter, M. E. y Kramer, M. R. (2011). Creating shared value. *Harvard Business Review*, *89*(1-2), 62-77. https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=39071

Sachs, J. D. (2015). *The age of sustainable development*. Columbia University Press.

Schwaber, K. y Sutherland, J. (2017). *La guía de Scrum: las reglas del juego*. https://scrumguides.org/docs/scrumguide/v2017/2017-Scrum-Guide-Spanish-SouthAmerican.pdf

Tapscott, D. y Williams, A. D. (2006). *Wikinomics: How mass collaboration changes everything*. Portfolio.

World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development*. https://digitallibrary.un.org/record/139811?ln=es&v=pdf

Capítulo 2

Marco internacional normativo para la protección del medio ambiente en Colombia: una revisión global y emergente

International Regulatory Framework for the Protection of the Environment in Colombia: A Global and Emerging Review

*Raul Bareño Gutiérrez**

* Correo electrónico: raul_bareno@cun.edu.co.

Resumen

El marco normativo internacional crece de manera permanente en cuanto a la protección de la vida en todos los contextos, tierra, mar y aire, entre otros; aun así, el escenario no resulta alentador respecto de la protección de los pocos recursos naturales que aún se conservan. Por ello, es preponderante realizar una revisión de la importancia de conocer e identificar la legislación internacional en este campo, que sirva como referente en Colombia y que pueda adaptarse al contexto de las regiones donde se busca proteger el medio ambiente en todas sus variables. Por lo tanto, mediante la aplicación de la metodología propuesta por Bárbara Kitchenham, se realizó una recopilación bibliográfica en diferentes metabuscadores; con este fin, se utilizaron compuertas lógicas y palabras clave que permitieron establecer un balance sobre la importancia de articularse con todo ese marco normativo para empezar a adoptar recomendaciones y buenas prácticas susceptibles de replicarse en el contexto colombiano, desde las regiones y territorios. Estas acciones pueden permitir la conservación y protección de los ecosistemas y promover la vida de las personas en interacción equilibrada con el planeta Tierra, así como la protección del medio ambiente, su flora y fauna, con el propósito de lograr una sinergia entre todos los actores y con la esperanza de entregar un planeta más verde, biodiverso y pacífico a las próximas generaciones.

Palabras clave: diversidad ambiental del planeta Tierra, marco regulatorio, normatividad internacional ambiental, protección de ecosistemas.

Abstract

The international regulatory framework is constantly expanding in terms of protecting life in all contexts —land, sea and air, among others. Even so, the outlook remains discouraging regarding the protection of the few natural resources that remain. Therefore, it is essential to review the importance of understanding and identifying international legislation in this field, which can serve as references for Colombia and can be adapted to the contexts of different regions where environmental protection is required. Using Barbara Kitchenham's methodology, a bibliographic review was conducted across different academic meta-search engines, applying logical operators and keywords. This process made it possible to assess the importance of articulating national efforts with the international

regulatory framework in order to adopt recommendations and best practices that can be replicated within the Colombian context, particularly from regional and territorial perspectives. These actions may facilitate ecosystem conservation and environmental protection while promoting human life in balanced interaction with planet Earth and ensuring the protection of flora and fauna. Ultimately, the goal is to achieve synergy among all actors and contribute to delivering a greener, more biodiverse and peaceful planet to future generations.

Keywords: ecosystem protection, environmental diversity of planet Earth, international environmental regulations, regulatory framework.

Introducción

En la actualidad, la protección del medio ambiente se ha convertido en un tema de tendencia y de suma importancia. Asimismo, se ha vuelto un asunto central en la agenda de cada nación y se encuentra en permanente revisión a nivel global. El planeta y la humanidad deben enfrentarse cada día a nuevos problemas ambientales: deforestación, contaminación, incendios forestales, sequías, entre otros, lo que conduce a replantear la protección de los ecosistemas desde una perspectiva transnacional y global.

Con una población de más de seis mil millones de personas que habitan el planeta, muchas de ellas responsables de la explotación de los recursos naturales, se generan fenómenos de polución y degradación de océanos, ríos, suelos y atmósfera, lo que lleva al límite la supervivencia de múltiples especies. La contaminación de los ríos y de las fuentes hídricas está asociada al aumento de muertes de personas y de otros seres vivos en diversas regiones; además, respirar aire de mala calidad incrementa los índices de mortalidad en países subdesarrollados o más vulnerables, debido, en muchos casos, a la falta de una legislación o normativa que permita enfrentar adecuadamente estas problemáticas.

Este deterioro ambiental no solo compromete la supervivencia ecológica, sino también la humanitaria, pues incrementa enfermedades y muertes derivadas de la contaminación del agua y del aire en países subdesarrollados o vulnerables. A ello se suma la disminución de la capa de ozono, que ha derivado en un aumento de enfermedades como el cáncer de piel y las cataratas, lo que ha afectado la calidad de vida de millones de personas (Naciones Unidas, 1973).

El Protocolo de Montreal (1987) constituye uno de los acuerdos internacionales más exitosos en la lucha contra el agotamiento de la capa de ozono y ha contribuido significativamente a su recuperación; no obstante, aún persisten retos por superar (Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal, 2011). Por su parte, los informes del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) advierten sobre el incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero, que siguen siendo la principal causa del calentamiento global, lo que subraya la necesidad urgente de implementar políticas globales más estrictas (Naciones Unidas, 1992b).

El aumento permanente de la temperatura constituye otro fenómeno que debe analizarse con el fin de establecer programas y políticas, desde Colombia hacia el mundo, mediante planes serios y estratégicos orientados a la protección de la vida en los territorios, especialmente frente a inundaciones derivadas del aumento de los caudales de ríos y océanos. Por todo lo anterior, resulta urgente adoptar políticas y normatividad internacional orientadas a la protección de la vida, como el Derecho Internacional Ambiental (DIA), en consonancia con los elementos establecidos en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio humano, celebrada en Estocolmo en 1972; la Cumbre de la Tierra o Conferencia de Río de Janeiro de 1992 sobre medio ambiente y desarrollo; y la Conferencia de Río+10 celebrada en Johannesburgo, entre otros procesos internacionales (Convención Cites, Ramsar, Convenio sobre Diversidad Biológica, entre otros).

Asimismo, organizaciones y organismos como la OEA, la CIDH y Unicef, junto con diferentes tribunales internacionales, han buscado proteger la vida desde diversas perspectivas medioambientales. Declaraciones como la Carta mundial de la naturaleza de 1982, el Informe Brundtland y la Agenda 21, así como iniciativas del PNUMA, constituyen instrumentos jurídicos que, aunque en muchos casos poseen un carácter poco vinculante en el país, deberían funcionar como pilares orientadores. Pese a su limitada eficacia en la aplicación interna, es necesario intentar adoptarlos y adaptarlos al contexto de los territorios y regiones de Colombia.

A lo largo de las décadas, la comunidad internacional ha adoptado acuerdos históricos fundamentales para la protección ambiental. Desde la Declaración de Estocolmo de 1972 hasta la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMNUCC), firmada en Río de Janeiro en 1992, los Estados han reconocido la

necesidad de cooperar para enfrentar los problemas ambientales globales (Naciones Unidas, 1973; Naciones Unidas, 1992a). Estos eventos, incluidos la Cumbre de la Tierra y la Declaración de Río, sentaron las bases para tratados que regulan la biodiversidad, el cambio climático y la protección de los recursos naturales.

Por todo ello, Colombia participa de manera permanente en eventos internacionales y en la suscripción de reportes, actas, convenios, pactos, tratados e instrumentos jurídicos internacionales en materia ambiental, con el fin de alinearse con el DIA como una de las principales herramientas para proteger el medio ambiente. Actualmente existen más de 600 instrumentos jurídicos en esta materia, y siguen multiplicándose con el objetivo de aunar esfuerzos para proteger los ecosistemas del país. Sin embargo, su efectividad ha sido limitada, en parte debido a la escasa cultura ambiental en las regiones y territorios para su adecuada implementación.

En consecuencia, dadas las condiciones sociales y de violencia que enfrenta el país, persisten problemas relacionados con el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, la calidad del aire y del agua, y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, entre otros, como la minería ilegal. En este contexto, pareciera que la integración del DIA no resulta suficiente y que las debilidades para su implementación se hacen cada vez más evidentes.

El DIA involucra al mundo entero en la protección de un bien común: el ambiente. Constituye un compendio de tratados y normativas, tanto vinculantes como voluntarias, diseñadas para fomentar la protección del planeta y promover la sostenibilidad. La irracionalidad e ineficacia de muchas estrategias productivas y tecnológicas exige que el derecho y la justicia realicen aportes disciplinarios significativos, dado que constituyen el vínculo entre los sistemas jurídicos que pueden contribuir a enfrentar el deterioro ambiental de carácter transnacional. El contenido del DIA se compone de tres categorías de normas: aquellas destinadas a proteger recursos ambientales que pertenecen a toda la humanidad; las que protegen elementos compartidos por dos o más Estados; y aquellas que regulan los efectos extraterritoriales del uso de recursos naturales o elementos ambientales nacionales.

Por lo tanto, el DIA no solo comprende normas vinculantes, sino que también se fundamenta en principios voluntarios orientados a armonizar el desarrollo humano con la sostenibilidad ecológica (World Commission on Environment

and Development, 1987). Este marco normativo incluye acuerdos internacionales como el Convenio sobre la diversidad biológica (1992) y el Convenio de Basilea (1989), diseñados para proteger ecosistemas compartidos y regular los efectos transfronterizos del uso de los recursos naturales (Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal, 2011; Naciones Unidas, 1992a).

En el contexto colombiano, la implementación de los tratados internacionales sigue siendo un desafío, especialmente debido a las dificultades sociales y estructurales del país. Aunque Colombia ha adoptado más de 600 instrumentos jurídicos internacionales en materia ambiental, su aplicación efectiva en las regiones aún es limitada (Gil, 2022). Por ello, resulta fundamental fortalecer la cultura de protección ambiental desde el ámbito local y alinear las normativas internacionales con las necesidades y realidades de las comunidades.

Fundamentación teórica

En cuanto al marco internacional, un punto de partida es el Protocolo de Kioto de 1997, el cual representó un avance significativo en la política ambiental global al establecer metas vinculantes para la reducción de gases de efecto invernadero en los países desarrollados. Con el fin de cumplir estas metas se crearon mecanismos de mercado como el mecanismo de desarrollo limpio (MDL), la Implementación conjunta y el comercio de emisiones. Estas herramientas promovieron la cooperación internacional, aunque su implementación no estuvo exenta de desafíos, especialmente debido a la desigualdad en la distribución de responsabilidades y a las dificultades administrativas que limitaron su efectividad.

Con la adopción del Acuerdo de París en 2015, el enfoque de los compromisos climáticos evolucionó hacia la participación universal al exigir a todos los países presentar contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC). El artículo 6 del acuerdo permite la cooperación a través de mercados de carbono y mecanismos no mercantiles, con el objetivo no solo de reducir emisiones, sino también de garantizar que los esfuerzos climáticos beneficien a las comunidades más vulnerables. Esta nueva aproximación promueve una mayor responsabilidad de los Estados, que ahora deben evitar la doble contabilidad y garantizar que la venta de reducciones no comprometa las metas nacionales.

Colombia ha demostrado su compromiso con la CMNUCC mediante la actualización constante de sus estrategias climáticas, como su hoja de ruta hacia la neutralidad de carbono en 2050. Desde su ratificación en 1994, el país ha trabajado de forma conjunta con la Asociación Independiente de América Latina y el Caribe (AILAC) y ha participado activamente en las conferencias de las partes (COP). Asimismo, ha reafirmado su compromiso con la biodiversidad a nivel global, lo que refuerza su posicionamiento en la agenda climática internacional. El país también ha liderado iniciativas relevantes, como la adopción de un enfoque climático sensible al género y su participación en el Mecanismo Internacional de Varsovia para abordar pérdidas y daños.

Otro instrumento relevante para la gobernanza ambiental en la región es el Acuerdo de Escazú, el cual se enfoca en garantizar el acceso a la información, la participación pública y la justicia en asuntos ambientales. Este tratado destaca la importancia de proteger a los defensores ambientales, promueve la transparencia y fortalece la participación de los actores sociales en la toma de decisiones. En el contexto colombiano, este acuerdo resulta fundamental para asegurar que la implementación de políticas ambientales no solo se alinee con los compromisos internacionales, sino que también refleje las necesidades y los derechos de las comunidades locales.

Estos antecedentes internacionales establecen una base sólida para comprender la evolución hacia la Declaración de Río de 1992, la cual marcó un punto de inflexión al consolidar principios fundamentales como la responsabilidad compartida y la cooperación ambiental global. El DIA se consolida así como un marco normativo clave para enfrentar los desafíos globales del medio ambiente. A partir de principios fundamentales como la interdependencia ecológica, la cooperación y la responsabilidad común pero diferenciada, estos acuerdos buscan armonizar el desarrollo humano con la conservación del entorno natural. Documentos como la Declaración de Río (1992) establecen directrices esenciales para que los Estados adopten medidas sostenibles en los ámbitos local e internacional al fomentar una gobernanza ecológica orientada a garantizar la protección de los ecosistemas para las generaciones futuras.

El DIA se fundamenta en un conjunto de principios que orientan las políticas y acciones de los Estados para la protección de los recursos naturales

y la promoción del desarrollo sostenible. Entre los principios más relevantes, establecidos en la Declaración de Río (1992) y en otros acuerdos internacionales, se encuentra la interdependencia ecológica, que resalta la necesidad de cooperación internacional entre países industrializados y economías emergentes para alcanzar un equilibrio ecológico. Asimismo, la solidaridad implica que todos los Estados, independientemente de su nivel de desarrollo, deben contribuir a la protección del ambiente, especialmente mediante el apoyo a las naciones más vulnerables. De igual manera, la cooperación ambiental busca evitar la degradación del suelo, del subsuelo y de la atmósfera mediante el intercambio de información y el desarrollo de políticas conjuntas.

Otro principio relevante es la obligación de informar e informarse, que exige a los Estados garantizar el acceso público a la información ambiental y notificar de manera inmediata situaciones que puedan generar impactos negativos sobre el ambiente. La universalidad establece que los recursos naturales, como los océanos y la biodiversidad, constituyen patrimonio común de la humanidad y no pertenecen exclusivamente a un Estado. La regulación jurídica integral promueve la armonización de las normativas ambientales a nivel global y facilita su aplicación en los procesos de conservación y restauración de los ecosistemas. Además, el principio de responsabilidad común pero diferenciada reconoce que, aunque todos los países deben participar en la protección del ambiente, los compromisos deben ser mayores para los países desarrollados, dado su impacto histórico y su mayor capacidad tecnológica.

La Convención sobre la plataforma continental, firmada en Ginebra el 29 de abril de 1958 y en vigor desde el 10 de junio de 1964, fue uno de los tratados internacionales adoptados en el marco de la primera Conferencia de las Naciones Unidas sobre el derecho del mar (Unclos) (United Nations, 1982). Este acuerdo definió los derechos de los Estados sobre las plataformas continentales adyacentes a sus costas y estableció su soberanía para la exploración y explotación de los recursos naturales, tanto minerales como biológicos.

Este tratado también reguló otros aspectos relacionados con la plataforma continental, como la delimitación de áreas entre Estados, el uso de cables submarinos y las investigaciones científicas. Posteriormente, la convención fue reemplazada por la tercera versión de la Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho del

mar, adoptada en 1982, que actualizó muchos de los principios originales debido a los avances tecnológicos y a las nuevas demandas internacionales.

Metodología

Para abordar el estudio del marco normativo internacional sobre la protección del medio ambiente en Colombia, se utilizó un enfoque cualitativo de revisión documental. Para ello, se consultaron diversas fuentes primarias y secundarias relacionadas con normativas internacionales clave en el ámbito ambiental. El proceso de recopilación y selección de información siguió la metodología de revisión sistemática propuesta por Barbara Kitchenham (2004), ampliamente utilizada en investigaciones bibliográficas para garantizar la exhaustividad y el rigor metodológico.

Se emplearon diferentes metabuscadores académicos, como Google Scholar, Scopus y bases de datos especializadas en derecho internacional y medio ambiente. Con el fin de garantizar una revisión exhaustiva, se utilizaron compuertas lógicas en la búsqueda de términos clave como "marco normativo internacional", "protección ambiental", "Colombia", "tratados internacionales" y "conservación del medio ambiente". Las fuentes seleccionadas corresponden a tratados internacionales, convenciones y acuerdos adoptados por organismos multilaterales, informes de organismos internacionales y publicaciones académicas relacionadas con la gobernanza ambiental.

Entre las fuentes más relevantes se incluyen la Declaración de Estocolmo sobre el medio ambiente humano (Naciones Unidas, 1973), el Informe Brundtland, que introdujo el concepto de desarrollo sostenible (World Commission on Environment and Development, 1987), el Convenio marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMNUCC, 1992) y su actualización mediante el Acuerdo de París (CMNUCC, 2015). Estos tratados resultan fundamentales para comprender las bases del DIA que Colombia ha suscrito.

Además, se analizaron tratados específicos para la protección de la biodiversidad y la lucha contra la contaminación, como el Convenio sobre la diversidad biológica (Naciones Unidas, 1992), el Convenio de Basilea sobre el Control de Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos (Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal, 2011) y el

Acuerdo sobre la cooperación regional para el combate contra la contaminación del Pacífico Sudeste por hidrocarburos y otras sustancias nocivas en casos de emergencia de la Comisión Permanente del Pacifico Sur (CPPS, 1981). También se incluyeron normativas relacionadas con la responsabilidad en casos de contaminación por hidrocarburos, como el International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage (International Maritime Organization, 1969).

El análisis de estas fuentes permitió construir una visión integral del marco normativo internacional relevante para Colombia en materia de protección ambiental al identificar aquellos tratados y acuerdos que presentan mayor impacto y viabilidad para su implementación en el contexto colombiano.

Resultados

El marco internacional normativo para la protección del medio ambiente ha sido adoptado y adaptado de diferentes formas por varios países, lo que ha generado impactos tangibles en la protección de los recursos naturales y en la mitigación de problemas ambientales.

Un ejemplo claro es el Protocolo de Montreal, un acuerdo global establecido para reducir las sustancias que agotan la capa de ozono. Países como Estados Unidos y los miembros de la Unión Europea adoptaron de forma temprana las regulaciones necesarias para eliminar el uso de clorofluorocarbonos (CFC). Como resultado, se ha observado una mejora significativa en la recuperación de la capa de ozono, con proyecciones de recuperación total para mediados de este siglo (Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal, 2011). Esta implementación ha demostrado cómo la cooperación internacional y la adopción del marco regulatorio pueden tener un impacto positivo en la mitigación de un problema global.

En cuanto a Colombia, el país ha realizado esfuerzos significativos para adoptar el DIA. Un ejemplo importante es la implementación del Convenio sobre la diversidad biológica, lo que ha conducido a la creación de áreas protegidas y a la formulación de políticas orientadas a la conservación de especies endémicas y de ecosistemas críticos, como los páramos. Sin embargo, a pesar de estos avances, los resultados no han sido uniformes. La deforestación sigue siendo un problema

crítico en la Amazonía colombiana, pese a los esfuerzos por implementar acuerdos internacionales como la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites, 1973), que regula el comercio de especies amenazadas (Naciones Unidas, 1992).

La Convención sobre la plataforma continental (United Nations, 1958) definió los derechos de los Estados sobre los recursos naturales del lecho y del subsuelo marino al extender su soberanía más allá de las aguas territoriales. Este acuerdo permitió a los países explotar económicamente estos recursos bajo las reglas del derecho internacional del mar y se constituyó en una de las primeras normativas orientadas a la protección y regulación de los ecosistemas marinos.

El Convenio internacional sobre responsabilidad civil por daños causados por la contaminación por hidrocarburos (International Maritime Organization, 1973) y su Protocolo de 1976 establecieron un régimen de responsabilidad por contaminación derivada de derrames de hidrocarburos. Este instrumento obligó a los propietarios de buques a asumir los costos de limpieza y de reparación de los daños ambientales. Asimismo, promovió la creación de fondos de compensación y de mecanismos de aseguramiento para enfrentar desastres ambientales.

En 1972 se firmó en París el Convenio para la protección del patrimonio mundial cultural y natural (Unesco, 1972), el cual subrayó la importancia de preservar sitios naturales y culturales de valor universal, incluidos ecosistemas de gran relevancia para la biodiversidad global. Este convenio obliga a los Estados a colaborar internacionalmente en la protección de dichos sitios.

El Convenio sobre el Cites, firmado en Washington en 1973, regula el comercio de fauna y flora silvestres con el fin de evitar su sobreexplotación. Este instrumento ha sido crucial en la lucha contra el tráfico ilegal de especies y en la protección de la biodiversidad. Ese mismo año se firmó el Convenio internacional para prevenir la contaminación por los buques, que marcó el inicio de regulaciones estrictas sobre los vertimientos y residuos marinos derivados de actividades navales. Posteriormente, el Protocolo Marpol (International Maritime Organization, 1973) reforzó estas medidas al establecer normas más estrictas para la prevención de la contaminación por hidrocarburos y otros desechos.

En 1971 se firmó el Convenio sobre la constitución de un fondo internacional de indemnización por daños causados por hidrocarburos, junto con su protocolo de 1976, el cual complementa el Convenio de responsabilidad civil (CLC) mediante la creación de un fondo adicional destinado a garantizar compensaciones suficientes en caso de grandes desastres ambientales marítimos.

El Acuerdo sobre la cooperación regional para el combate contra la contaminación del Pacífico Sudeste por hidrocarburos y otras sustancias nocivas en casos de emergencia (CPPS, 1981), firmado en Lima en 1981, constituye uno de los primeros acuerdos regionales centrados en la prevención de derrames en zonas vulnerables del océano Pacífico. Este acuerdo facilitó la cooperación entre los Estados en situaciones de emergencia ambiental.

El Convenio de las Naciones Unidas sobre el derecho del mar, firmado en Jamaica en 1982, es uno de los acuerdos más completos en materia de regulación de los océanos, ya que establece los derechos y responsabilidades de los Estados en relación con la explotación y la conservación de los recursos marinos. En 1983 se firmaron en Cartagena y Quito varios protocolos complementarios destinados a proteger las zonas costeras del Gran Caribe y del Pacífico Sudeste, así como a establecer mecanismos de cooperación para combatir la contaminación marina (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2012).

El Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación, firmado en 1989 en Basilea, estableció normas para la gestión responsable de los residuos peligrosos, con el propósito de proteger especialmente a los países en desarrollo frente a la importación de desechos tóxicos. Finalmente, el Convenio sobre la diversidad biológica, firmado en Río de Janeiro en 1992, destacó la importancia de la conservación de la biodiversidad, su uso sostenible y la distribución equitativa de los beneficios derivados del uso de los recursos genéticos.

Actualmente existe un gran número de organizaciones ecologistas influyentes a nivel mundial. Entre ellas se encuentra Greenpeace, una de las más conocidas y activas en la protección del medio ambiente desde 1971. The Nature Conservancy (TNC), creada en 1951, se destaca por su enfoque científico en la conservación de tierras, aguas y especies. El World Wildlife Fund (WWF), fundado en 1961, constituye una de las organizaciones más grandes dedicadas a la defensa de la biodiversidad. Otra entidad relevante es la International Pollutants Elimination Network (IPEN), que trabaja en la

lucha contra la contaminación química. Asimismo, BRAC, aunque menos conocida en algunos países, se enfoca en la inclusión social y el desarrollo sostenible. Finalmente, el Natural Resources Defense Council (NRDC) y el Environmental Defense Fund (EDF) son reconocidos por su enfoque científico y jurídico en la defensa de políticas ambientales a nivel global (Oliver, 2020).

En Colombia, algunas de estas organizaciones tienen una presencia significativa. Greenpeace desarrolla campañas activas en el país, especialmente orientadas a la protección de la Amazonía. WWF también trabaja en Colombia, con énfasis en la conservación de ecosistemas estratégicos como los páramos y la Amazonía. A nivel regional, la Red Latinoamericana de Acción Ecológica —integrada por diversas organizaciones no gubernamentales— colabora con entidades globales como IPEN en temas relacionados con la contaminación química y la regulación ambiental, lo que demuestra que la acción de estas organizaciones no solo tiene un alcance global, sino también impactos a nivel local (Oliver, 2020).

Colombia también ha participado activamente en la CMNUCC y ha asumido compromisos en el marco del Acuerdo de París, como la reducción de sus emisiones de carbono. Sin embargo, los desafíos económicos y sociales, sumados a problemas como la minería ilegal y el incumplimiento de la normativa en algunas regiones, han dificultado la implementación efectiva de estas políticas en todo el territorio nacional (Naciones Unidas, 2015).

El análisis de la implementación del DIA en diferentes países revela que el éxito depende, en gran medida, de la capacidad de los gobiernos para formular políticas públicas efectivas y hacer cumplir las leyes nacionales alineadas con los compromisos internacionales. Los países que han logrado mejoras significativas en sus indicadores ambientales son aquellos que han mantenido una fuerte voluntad política, instituciones sólidas y mecanismos de supervisión que garantizan el cumplimiento de las normativas. Colombia, aunque ha mostrado avances, sigue enfrentando desafíos importantes debido a las dificultades en la aplicación efectiva de las normas ambientales en todas sus regiones y sectores (Gil, 2022).

Conclusiones

El DIA ha sido adoptado e implementado en numerosos países a nivel global, y Colombia no es la excepción. No obstante, su aplicación en diversas regiones del

país representa un reto considerable debido a factores socioculturales, situaciones de violencia, minería ilegal y una limitada cultura ambiental orientada a la protección de los entornos naturales y de la biodiversidad. Estas condiciones hacen que el desafío de proteger la vida en todos los entornos —agua, tierra y aire, entre otros— sea permanente. En este sentido, se requiere promover la protección de los ecosistemas sin que los intereses económicos prevalezcan sobre la preservación de la vida y de los ambientes ecológicos que deberán disfrutar las futuras generaciones.

Por lo tanto, todos estos acuerdos, convenios y protocolos que buscan proteger el medio ambiente deberían constituir el derrotero que oriente los lineamientos culturales de las nuevas generaciones y de los líderes responsables, de modo que prevalezcan los intereses generales sobre los particulares. Asimismo, es necesario garantizar el cumplimiento de los acuerdos en el marco del DIA desde una perspectiva global y articulada, en la que la responsabilidad compartida entre el Estado y la sociedad se mantenga de forma permanente. Ello implica alinear la normativa internacional con la normativa nacional, regional y local, e integrar a las comunidades como actores fundamentales en la protección de la biodiversidad y de los ecosistemas.

Finalmente, resulta indispensable seguir promoviendo la aplicación del DIA como eje central en la formulación de nuevas políticas públicas orientadas a la protección de los ecosistemas. Esto adquiere especial relevancia en una sociedad cada vez más industrializada y que aún presenta debilidades en la cultura de protección de sus entornos ecológicos y biodiversos. En consecuencia, la tierra, el aire, el agua y los ecosistemas deben ocupar un lugar prioritario en las agendas y políticas transnacionales, con el fin de garantizar su adaptación, implementación y articulación entre el marco internacional, los Estados y la sociedad.

Referencias

Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal. (2011). Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes. https://wedocs.unep.org/items/5a0c9f3e-0742-43b7-864b-ba7bf8d5bb8f

Comisión Permanente del Pacifico Sur (CPPS). (1981). Acuerdo sobre la cooperación regional para el combate contra la contaminación del

Pacífico Sudeste por hidrocarburos y otras sustancias nocivas en casos de emergencia. https://www.dimar.mil.co/sites/default/files/informes/acuerdo_sobre_la_cooperacion_regional_para_el_combate_contra_la_contaminacion_del_pacifico_sudeste.pdf

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Cites). (1973). Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres. https://cites.org/esp/disc/text.php

Gil, P. (2022, septiembre 27). Debilidades y falencias del sistema normativo internacional del derecho del medio ambiente. *Departamento de Derecho del Medio Ambiente y Tierras, Universidad Externado de Colombia*. https://medioambiente.uexternado.edu.co/debilidades-y-falencias-del-sistema-normativo-internacional-del-derecho-del-medio-ambiente%EF%BF%BC/

International Maritime Organization. (1969). *International Convention on Civil Liability for Oil Pollution Damage (CLC)*. https://www.imo.org/en/about/conventions/pages/international-convention-on-civil-liability-for-oil-pollution-damage-(clc).aspx

International Maritime Organization. (1973). *International Convention for the Prevention of Pollution from Ships (MARPOL)*. https://www.imo.org/en/about/conventions/pages/international-convention-for-the-prevention-of-pollution-from-ships-(marpol).aspx

Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews (Technical Report No. TR/SE-0401; NICTA Technical Report No. 0400 011T.1)*. Keele University; National ICT Australia Ltd. https://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf

Naciones Unidas. (1973). Informe de la conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio humano. https://docs.un.org/es/A/CONF.48/14/Rev.1

Naciones Unidas. (1992a). Convenio sobre la diversidad biológica. https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf

Naciones Unidas. (1992). Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf

Naciones Unidas. (2015). Acuerdo de París. https://unfccc.int/sites/default/files/spanish_paris_agreement.pdf

Oliver, R. (2020, noviembre 26). Organizaciones ecologistas y ambientales.

¿Cuáles son las más influyentes del mundo? *Ethic*. https://ethic.es/2020/11/cuales-son-las-organizaciones-ecologistas-mas-influyentes-del-mundo/

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2012). Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino de la región del Gran Caribe y sus protocolos. https://wedocs.unep.org/rest/api/core/bitstreams/7082652b-3caf-4c2d-b064-962d238107f1/content

Unesco. (1972). Convención sobre la protección del patrimonio mundial, cultural y natural. https://whc.unesco.org/archive/convention-es.pdf

United Nations. (1958). Convention of Continental Shelf. https://legal.un.org/ilc/texts/instruments/english/conventions/8_1_1958_continental_shelf.pdf

United Nations. (1982). United Nations Convention on the Law of the Sea (UNCLOS). https://www.un.org/depts/los/convention_agreements/texts/unclos/unclos_e.pdf

World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future: Report of the World Commission on Environment and Development*. https://digitallibrary.un.org/record/139811?ln=es&v=pdf

Capítulo 3

Colombia y sus aliados internacionales en la protección de la biodiversidad

| Colombia and Its International Allies in Biodiversity Protection

*Raul Bareño Gutiérrez**
*Laura Teresa Muñoz Sánchez***

* Correo electrónico: raul_bareno@cun.edu.co.

** Correo electrónico: lteresamunoz@ucompensar.edu.co.

Resumen

Son muchos los problemas que afronta Colombia para lograr la protección de la biodiversidad y de los diferentes ecosistemas, dada la amplia zona de cobertura. Según la región, se encuentran problemáticas muy diversas y específicas, determinadas por la cultura y el contexto. Por ello, el país ha tenido que articularse con políticas y estrategias alineadas con acuerdos internacionales que promueven la protección de los recursos naturales y el desarrollo sostenible, lo que implica asumir compromisos relevantes para la preservación del medio ambiente y el bienestar de sus ciudadanos. Bajo la metodología de Bárbara Kitchenham, se realizó una recopilación bibliográfica en diferentes metabuscadores, para lo cual se aplicaron compuertas lógicas y palabras clave que permitieron establecer un balance sobre la importancia de los acuerdos internacionales vigentes, los cuales orientan las políticas y planes dirigidos a la protección de los ecosistemas. Dicho análisis enfatiza la cooperación internacional en la gestión sostenible de áreas protegidas, con especial atención al cambio climático y la resiliencia ecológica, bajo una revisión sistemática. Por lo tanto, resulta fundamental identificar y conocer las áreas protegidas en términos de biodiversidad y sostenibilidad local, regional y nacional, basadas en alianzas con diversas organizaciones internacionales para proteger la tierra y sus recursos. Se analiza asimismo cómo Colombia colabora con organismos internacionales como la ONU, el Banco Mundial, la Convención sobre diversidad biológica, entre otros, para avanzar en la protección de la biodiversidad y enfrentar desafíos como la deforestación y el cambio climático.

Palabras clave: aliados internacionales, biodiversidad, Colombia, conservación ambiental, ecosistemas.

Abstract

Colombia faces many challenges in achieving the protection of biodiversity and different ecosystems, given its wide geographic coverage. Depending on the region, there are diverse and specific problems determined by culture and context. Therefore, the country has had to move towards the adoption of policies and strategies aligned with international agreements that promote the protection of natural resources and sustainable development, assuming relevant commitments for environmental preservation and the well-being of its citizens. Using Barbara

Kitchenham's methodology, a bibliographic compilation was conducted in different meta-search engines, applying logical gates and keywords that enabled an assessment of the importance of international agreements currently in force. These agreements guide policies and plans aimed at ecosystem protection, emphasizing international cooperation in the sustainable management of protected areas, with a particular focus on climate change and ecological resilience, under a systematic review. Therefore, it is essential to identify and understand protected areas in terms of biodiversity and sustainability at local, regional, and national levels, based on partnerships with various international organizations to protect the land and its resources. The analysis also examines how Colombia collaborates with international organizations such as the UN, the World Bank, and the Convention on Biological Diversity, among others, to advance biodiversity protection and address challenges such as deforestation and climate change.

Keywords: biodiversity, Colombia, ecosystems, environmental conservation, international allies.

Introducción

La protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales se han consolidado como pilares fundamentales para Colombia y para la comunidad internacional. Frente a desafíos cada vez más críticos —como la deforestación, el cambio climático y la pérdida de biodiversidad—, Colombia ha decidido tomar acción y fortalecer su compromiso con el planeta al entender que su riqueza natural es un patrimonio invaluable que debe cuidarse y preservarse para el futuro.

Para enfrentar estos problemas, el país ha formado alianzas estratégicas con organismos internacionales clave; con este fin, ha establecido redes de cooperación con entidades como la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el Banco Mundial, la Convención sobre diversidad biológica (CDB), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Comisión Europea (CE), la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), el Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal, la Red de Fondos Ambientales de Latinoamérica y el Caribe (Redlac), el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) - The Global Environment Facility (GEF), la Organización de Estados Americanos (OEA), la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI), el Programa de las Naciones

Unidas para el Desarrollo (PNUD), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) y el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (WWF), entre otros.

Este capítulo se centra en examinar estas colaboraciones y destaca cómo, gracias a estos esfuerzos conjuntos, el país ha implementado diversas estrategias de protección ambiental que buscan asegurar la sostenibilidad de su territorio y de su biodiversidad para las generaciones venideras. Estas alianzas internacionales le han permitido a Colombia contar con apoyo técnico especializado, acceder a recursos y beneficiarse de experiencias globales que fortalecen sus propios esfuerzos de conservación. Mediante estas colaboraciones, se han diseñado e implementado políticas y acciones que no solo buscan conservar los recursos naturales del país, sino también posicionarlo como un referente en el cuidado ambiental en la región.

Con este enfoque en la cooperación global, Colombia no solo protege sus ecosistemas, sino que también aporta a la construcción de un planeta más equilibrado y resiliente. A través de estas alianzas, el país se proyecta hacia el futuro con un firme compromiso por la sostenibilidad, con el objetivo de promover un desarrollo respetuoso con el medio ambiente que garantice la calidad de vida de las próximas generaciones.

Finalmente, Colombia es uno de los países con mayor diversidad biológica, expresada en sus especies, comunidades vegetales y ecosistemas. La biodiversidad se relaciona con la vegetación de la región Andina o cordillerana y continúa hacia la Amazonia. En fauna, al igual que en flora, esta riqueza se concentra en la región Andina. Las especies de aves y anfibios sitúan al país en los primeros lugares a nivel mundial; en cuanto a mamíferos y reptiles, se mantiene en una posición igualmente destacada. Sin embargo, esta riqueza se encuentra amenazada por la deforestación en regiones como la Andina y el Chocó Biogeográfico (Rangel, 2005; Rangel-Ch., 2015).

Fundamentación teórica

Colombia ha demostrado un fuerte y constante compromiso con la preservación de su biodiversidad y sus recursos naturales, reflejado en su participación en diversos

tratados internacionales. Estos acuerdos permiten que el país adopte estándares globales de protección ambiental, lo que fortalece su marco normativo y promueve prácticas sostenibles. Uno de los tratados más significativos en este sentido es la CDB, creada en 1992, que tiene como objetivo conservar la biodiversidad, fomentar el uso sostenible de sus componentes y asegurar una distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de los recursos genéticos (Naciones Unidas, 1992a). Gracias a la CDB, el país ha desarrollado políticas nacionales que integran la conservación de sus ecosistemas únicos con los principios del desarrollo sostenible.

Por otro lado, la Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África (Naciones Unidas, 1994a) se ha convertido en una herramienta esencial para enfrentar la degradación de tierras en áreas áridas y semiáridas del territorio. A través de este convenio, el país ha implementado programas de reforestación y prácticas de uso sostenible del suelo que ayudan a mitigar los efectos de la sequía y a recuperar zonas vulnerables. Estos esfuerzos no solo mejoran la calidad de los suelos, sino que también fortalecen la resiliencia de las comunidades locales frente al cambio climático.

El país también ha adoptado medidas para abordar la gestión de desechos peligrosos mediante el Convenio de Basilea sobre el Movimiento Transfronterizo de Desechos Peligrosos, firmado en 1989. Este convenio establece regulaciones para el transporte y la disposición de residuos peligrosos, con el fin de proteger los ecosistemas y a las comunidades expuestas a los riesgos de materiales tóxicos (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1989). Su implementación ha permitido fortalecer la legislación en materia de gestión de residuos al promover políticas que buscan minimizar los impactos ambientales y de salud asociados a los desechos peligrosos.

Otro tratado clave es el Convenio de Rotterdam sobre consentimiento informado previo, firmado en 1998, que permite a Colombia tomar decisiones más informadas sobre la importación de sustancias químicas peligrosas. Este convenio exige que los países conozcan los riesgos de ciertas sustancias antes de aprobar su importación, lo que ayuda a prevenir daños ambientales y riesgos para la salud. En Colombia, la aplicación de este tratado ha llevado a un mayor control sobre productos químicos y pesticidas, lo que beneficia a las poblaciones expuestas y promueve un entorno más seguro (Naciones Unidas y Cepal, 2013).

La participación del país en el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, firmado en 2001, refleja su compromiso con la eliminación de sustancias tóxicas que permanecen en el medio ambiente. Este acuerdo permite establecer políticas para reducir y eventualmente eliminar estos contaminantes, en especial en sectores como la industria y la agricultura. A través de su implementación, se busca mejorar la calidad del aire y del agua para reducir los efectos negativos de estos compuestos en la salud humana y en los ecosistemas (Naciones Unidas y Cepal, 2009).

En el contexto amazónico, Colombia forma parte del Tratado de cooperación amazónica (TCA), un acuerdo regional suscrito en 1978 que promueve la protección y el desarrollo sostenible de la región amazónica (Ley 74, 1979). Este tratado facilita la cooperación entre los países amazónicos y permite trabajar con comunidades locales y actores internacionales en la conservación del bosque amazónico, un ecosistema vital para la biodiversidad global y el equilibrio climático (Organización del Tratado de Cooperación Amazónica, s. f.).

Colombia también ha sido parte de la Convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático (CMNUCC) desde 1992, un marco que guía las políticas nacionales para enfrentar el cambio climático (Naciones Unidas, 1992b). A través de este acuerdo, el país ha adoptado compromisos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y ha desarrollado estrategias de adaptación, con el fin de minimizar los efectos del cambio climático en sus ecosistemas y en las comunidades más vulnerables.

En materia marítima, Colombia participa en el Convenio de cooperación para la protección y el desarrollo sostenible de las zonas marinas y costeras del Pacífico Nordeste, firmado en 2002. Este convenio fortalece la conservación de las zonas costeras y fomenta el uso sostenible de los recursos marinos, fundamentales tanto para la biodiversidad como para las economías de las comunidades costeras (Sistema de la Integración Centroamericana, s. f.). La aplicación de este acuerdo ha permitido desarrollar programas de protección de hábitats marinos y promover la conservación de especies y la pesca sostenible.

Asimismo, Colombia ratificó el Acuerdo de Escazú en 2018, un tratado pionero en América Latina y el Caribe que promueve el acceso a la información, la

participación pública y la justicia en asuntos ambientales. Este acuerdo garantiza que los ciudadanos puedan involucrarse en decisiones sobre el medio ambiente y protege los derechos de los defensores ambientales, lo que impulsa una cultura de transparencia y responsabilidad (Cepal y Naciones Unidas, 2022).

Otro tratado relevante es el Convenio de Minamata sobre el mercurio, al cual Colombia se adhirió en 2013. Este acuerdo busca reducir el uso del mercurio debido a su alta toxicidad, especialmente en actividades como la minería (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 2019). Su implementación ha llevado a la adopción de tecnologías más seguras y al fortalecimiento del control de la contaminación por mercurio, con el propósito de proteger la salud humana y los ecosistemas naturales.

Además, Colombia es miembro de la Comisión Ballenera Internacional (CBI), lo que contribuye a la conservación de poblaciones de ballenas a nivel mundial (s. f.). Su participación en la CBI refuerza los esfuerzos globales para la conservación de la biodiversidad marina y subraya el compromiso con la sostenibilidad de los recursos oceánicos.

Por último, en el ámbito de la conservación de la biodiversidad marina fuera de jurisdicciones nacionales, Colombia participa en las negociaciones del acuerdo BBNJ bajo la Convención del derecho del mar, que busca regular la protección de la biodiversidad en alta mar. Estos esfuerzos reafirman su compromiso con la salud de los océanos y su rol en la regulación climática global (Naciones Unidas, 1994b). En conjunto, estos tratados representan para Colombia un marco integral de protección ambiental que permite alinear sus políticas nacionales con estándares internacionales. Cada convenio y alianza contribuye al desarrollo de un sistema sólido de gestión ambiental, orientado a proteger los recursos naturales del país y a garantizar un entorno saludable para las futuras generaciones, con el apoyo de la comunidad internacional.

Metodología

Para realizar este análisis, se optó por aplicar la metodología de revisión sistemática propuesta por Barbara Kitchenham (2004), un enfoque ampliamente reconocido que permite organizar y sintetizar grandes volúmenes de información de

manera rigurosa y confiable. La metodología de Kitchenham facilita la recolección y evaluación de documentos clave, lo que asegura que los datos y referencias consultados provengan de fuentes verificadas, confiables y oficiales.

El proceso de revisión sistemática incluyó el uso de diversas bases de datos internacionales, fuentes gubernamentales y metabuscadores especializados, lo cual permitió abarcar un conjunto amplio de documentos, políticas y normas relacionadas con la protección ambiental en Colombia. La búsqueda se centró en identificar materiales que describieran la colaboración del país con organismos internacionales en asuntos de conservación y sostenibilidad, tales como acuerdos, tratados y proyectos implementados en el territorio nacional.

De este modo, se garantizó una selección de documentos que ofrece un panorama completo de los esfuerzos y compromisos de Colombia para proteger su biodiversidad y sus recursos naturales, en consonancia con los estándares globales. Además, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión para refinar la búsqueda y seleccionar los documentos más pertinentes, con base en aspectos como la relevancia, la actualidad y la confiabilidad de las fuentes.

Esta metodología rigurosa no solo permitió comprender a fondo la cooperación internacional en materia ambiental, sino que también proporcionó una base sólida para analizar cómo se traducen dichos acuerdos en políticas y acciones concretas dentro del contexto colombiano. En consecuencia, se fortaleció la comprensión del marco normativo y de las estrategias de conservación del país.

Resultados

Colombia ha demostrado un firme compromiso con la protección del medio ambiente al integrarse activamente en numerosos tratados internacionales. Esta participación le ha permitido implementar políticas ambientales y prácticas sostenibles acordes con los estándares globales, con el propósito de conservar sus recursos naturales y asegurar un desarrollo respetuoso con el entorno. Entre estos tratados se encuentra la CDB, cuyo objetivo es proteger la biodiversidad, fomentar el uso sostenible de los recursos naturales y asegurar una distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de los recursos genéticos. Gracias a este acuerdo, Colombia ha diseñado políticas nacionales que incorporan el desarrollo

sostenible y garantizan la preservación de su amplia riqueza biológica, las cuales se enfocan en la conservación de ecosistemas únicos y en la protección de las especies que habitan su territorio.

Otra convención relevante es la Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, especialmente significativa para Colombia, país que enfrenta problemas de degradación de tierras en zonas áridas y semiáridas. A través de este convenio, Colombia ha implementado programas de reforestación y prácticas sostenibles destinadas a restaurar áreas degradadas y reducir los efectos de la sequía. Estas iniciativas no solo mejoran la calidad del suelo y de los ecosistemas, sino que también fortalecen la resiliencia de las comunidades rurales, permitiéndoles enfrentar de mejor manera los cambios ambientales y el impacto del cambio climático.

El país también ha enfocado esfuerzos en la gestión de residuos peligrosos mediante su participación en el Convenio de Basilea sobre el movimiento transfronterizo de desechos peligrosos. Este acuerdo establece directrices estrictas para el manejo, el transporte y la disposición de desechos peligrosos, con el fin de proteger los ecosistemas y la salud de la población frente a los riesgos asociados con materiales tóxicos. La implementación del convenio ha permitido fortalecer la regulación nacional en gestión de residuos y promover prácticas seguras que evitan daños ambientales y garantizan la salud pública en zonas vulnerables.

En materia de regulación de productos químicos, Colombia se ha adherido al Convenio de Rotterdam sobre consentimiento informado previo, el cual permite controlar la importación de sustancias peligrosas. Este tratado garantiza que el país reciba información detallada sobre los riesgos de productos químicos y pesticidas antes de autorizar su ingreso, lo que contribuye a reducir peligros ambientales y a proteger la salud de la población. Su aplicación ha fortalecido la regulación de productos químicos y ha promovido un entorno más seguro en términos de salud pública y protección ambiental.

Comprometida con la reducción de sustancias tóxicas, Colombia también participa en el Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes, acuerdo que establece medidas para disminuir la producción y el uso de estos contaminantes en sectores como la agricultura y la industria. Gracias a este convenio,

el país ha implementado políticas que buscan mejorar la calidad del aire y del agua, lo que protege tanto la salud humana como los ecosistemas y reduce los impactos negativos de estos compuestos en el ambiente.

La cooperación regional de Colombia también se refleja en su participación en el TCA, un acuerdo que promueve la protección y el desarrollo sostenible de la Amazonía. Este tratado facilita la colaboración con otros países amazónicos para conservar el bosque tropical, un ecosistema crucial para la biodiversidad mundial y la regulación climática del planeta. A través de este acuerdo, Colombia ha trabajado con comunidades locales y organismos internacionales para implementar proyectos de conservación y fortalecer el papel de la Amazonía en la mitigación del cambio climático.

Además, Colombia ha sido un participante constante de la Convención marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático (CMNUCC) desde 1992. Este marco le permite establecer metas de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y desarrollar estrategias de adaptación al cambio climático. Como parte de su compromiso, el país ha implementado programas orientados a reducir su huella de carbono y mejorar la resiliencia de sus ecosistemas, con el fin de prepararse para enfrentar los desafíos climáticos que afectan tanto al país como al resto del mundo.

En el ámbito marino, Colombia ha firmado el Convenio de cooperación para la protección y el desarrollo sostenible de las zonas marinas y costeras del Pacífico Nordeste. Este tratado resulta fundamental para la conservación de las áreas costeras, ya que promueve el uso sostenible de los recursos marinos y protege los hábitats que sostienen economías locales y biodiversidad marina. La aplicación de este acuerdo ha permitido desarrollar programas de preservación de ecosistemas marinos, lo que asegura que dichas áreas continúen siendo una fuente de vida y bienestar para las comunidades costeras.

Asimismo, Colombia ratificó el Acuerdo de Escazú en 2018, el primer tratado de América Latina y el Caribe que promueve el acceso a la información, la participación pública y la justicia en asuntos ambientales. Este acuerdo garantiza la participación ciudadana en decisiones ambientales y protege los derechos de los defensores ambientales, lo que fortalece una cultura de transparencia y responsabilidad. La adhesión de Colombia a este acuerdo demuestra su compromiso con una gobernanza ambiental inclusiva.

Otro acuerdo fundamental es el Convenio de Minamata sobre mercurio, al cual el país se unió en 2013. Este convenio tiene como objetivo reducir el uso de mercurio debido a su alta toxicidad, especialmente en actividades como la minería. La implementación de este acuerdo ha llevado al país a adoptar tecnologías más seguras y a mejorar el control de la contaminación por mercurio, lo que protege la salud pública y reduce los efectos negativos sobre los ecosistemas naturales.

Colombia también participa activamente en la Comisión Ballenera Internacional (CBI), lo que le permite contribuir a los esfuerzos globales de conservación de las poblaciones de ballenas y la biodiversidad marina. Su participación refuerza el compromiso nacional con la sostenibilidad de los recursos oceánicos y la preservación de especies vulnerables.

Finalmente, en la conservación de la biodiversidad marina en áreas fuera de jurisdicción nacional, Colombia participa en la Conferencia intergubernamental para la negociación del acuerdo sobre biodiversidad marina en alta mar (BBNJ). Este acuerdo busca establecer regulaciones para la protección de ecosistemas oceánicos internacionales, lo que refleja el compromiso del país con la preservación de los océanos y la mitigación del cambio climático a escala global.

Estos tratados internacionales han permitido que Colombia adopte políticas de conservación y sostenibilidad alineadas con estándares globales. La implementación de estas políticas fortalece su marco normativo ambiental y le permite proteger sus recursos naturales con apoyo de la comunidad internacional y asegurar un entorno seguro y saludable para las generaciones presentes y futuras.

Finalmente, el país ha tenido que buscar fuentes de cooperación multilaterales, agencias y programas orientados a la protección de la biodiversidad mediante diferentes tipos de proyectos que favorecen la conservación de los ecosistemas. Entre las fuentes más importantes con las que cuenta Colombia actualmente se encuentran:

- **El Banco Mundial:** apoya la preservación, protección y conservación de la biodiversidad; la agricultura y el crecimiento sostenible.

- **El Banco Interamericano de Desarrollo (BID):** apoya la protección y la gestión medioambiental.

- **Comisión Europea (CE):** apoya programas relacionados con el medio ambiente y los bosques tropicales, orientados a la protección, conservación, regeneración y gestión de las selvas tropicales.

- **La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO):** apoya el fomento de la agricultura y contribuye a la producción y la seguridad alimentaria, mientras conserva y ordena los recursos naturales en los sectores agrícola, pesquero y forestal.

- **Fondo Multilateral del Protocolo de Montreal:** apoya la mitigación del deterioro de la capa de ozono del planeta.

- **El Fondo para el Medio Ambiente Mundial (FMAM) - The Global Environment Facility (GEF):** apoya la conservación de la biodiversidad, el manejo integrado y sostenible de aguas internacionales, ecosistemas de agua dulce y cuencas; la mitigación del calentamiento global, y la reducción de procesos de degradación del suelo (desertificación y deforestación).

- **Organización de Estados Americanos (OEA):** apoya el manejo integrado de recursos hídricos, la mitigación del cambio climático, la biodiversidad y la gestión sostenible del suelo.

- **Organización de Estados Iberoamericanos (OEI):** apoya la gestión integral de los recursos hídricos, la biodiversidad y las áreas protegidas binacionales.

- **Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD):** apoya iniciativas orientadas a promover la sostenibilidad en cambio climático, biodiversidad y manejo de contaminantes.

- **Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA / UNEP):** apoya el desarrollo de tratados ambientales internacionales y la incorporación de consideraciones ambientales en políticas y programas sociales y económicos.

- **Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN):** apoya la conservación y uso sostenible de la biodiversidad, la protección de ecosistemas hídricos y la conservación de áreas protegidas y bosques tropicales.

- **La Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco):** apoya programas orientados a la gestión integral y sostenible de los recursos naturales del planeta, así como de los recursos hídricos continentales y marinos.

- **Fondo Mundial para el Medio Ambiente (WWF):** apoya la conservación de la biodiversidad, el desarrollo sostenible, el cambio climático, la protección de bosques tropicales, páramos y bosques altoandinos, así como la conservación marina.

Conclusiones

La participación de Colombia en tratados internacionales ha sido un pilar esencial en la construcción de un marco normativo ambiental sólido, que no solo regula la protección de su biodiversidad, sino que también establece un camino hacia un desarrollo sostenible. Cada uno de estos acuerdos refleja el compromiso del país con la preservación de sus recursos naturales y con la implementación de políticas que promuevan prácticas sostenibles. Desde su adhesión a la CDB, que establece principios de conservación y uso sostenible de la biodiversidad, hasta la ratificación del Acuerdo de Escazú, Colombia ha dado pasos significativos en la creación e implementación de políticas ambientales. Estos acuerdos refuerzan la equidad en el acceso a los recursos y la protección de los ecosistemas, con el propósito de beneficiar tanto a las generaciones presentes como a las futuras.

En cuanto al manejo de residuos y sustancias tóxicas, tratados internacionales como el Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo han brindado al país herramientas esenciales para gestionar los desechos peligrosos y reducir la presencia de contaminantes orgánicos persistentes en su territorio. La aplicación de estas normativas ha contribuido a crear un entorno más seguro para las comunidades y ha permitido disminuir los riesgos para la salud pública y para los ecosistemas. Estas medidas han fortalecido la gestión de desechos en Colombia al reducir la contaminación y promover prácticas de disposición responsables y sostenibles.

La cooperación con otros países latinoamericanos y amazónicos también ha sido un componente clave en los esfuerzos de Colombia para proteger sus recursos naturales. A través del Tratado de Cooperación Amazónica, el país ha trabajado con otras naciones en la conservación de la Amazonía, un ecosistema fundamental para la biodiversidad mundial y para la estabilidad climática del planeta. Esta colaboración regional ha permitido la implementación de proyectos de conservación y desarrollo sostenible en la región amazónica, lo cual beneficia tanto al medio ambiente como a las comunidades locales que dependen de estos recursos. Gracias a este tratado, se han desarrollado programas conjuntos que fortalecen el papel de la Amazonía en la mitigación del cambio climático y en la preservación de la biodiversidad.

Por otro lado, acuerdos como el Convenio de Minamata y el Convenio de Rotterdam demuestran el compromiso de Colombia con la regulación y reducción de sustancias peligrosas. Estos tratados permiten establecer controles más estrictos sobre el uso de mercurio, pesticidas y productos químicos peligrosos, especialmente en sectores como la minería y la agricultura. Con la implementación de estas regulaciones, el país avanza hacia un modelo de desarrollo más seguro y responsable, lo que reduce los impactos negativos de estas sustancias en el ambiente y en la salud de sus habitantes.

La participación de Colombia en la CMNUCC ha sido fundamental para la formulación de políticas de mitigación y adaptación frente al cambio climático. Bajo este marco, el país ha asumido compromisos relacionados con la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y ha implementado iniciativas para aumentar la resiliencia de sus ecosistemas y comunidades ante eventos climáticos extremos. Este compromiso ha motivado la formulación de políticas específicas que contribuyen al desarrollo sostenible, protegen los recursos naturales y fortalecen la capacidad de adaptación de los sectores más vulnerables.

La adhesión de Colombia al Acuerdo de Escazú también representa un avance significativo hacia la transparencia y la justicia en temas ambientales. Este acuerdo, pionero en América Latina y el Caribe, garantiza a los ciudadanos el derecho de acceso a la información y la participación en decisiones relacionadas con el medio ambiente. Con ello, se asegura que las voces de la ciudadanía sean escuchadas y que los derechos de los defensores ambientales estén protegidos, lo que promueve una cultura de responsabilidad compartida y de respeto hacia el entorno.

Finalmente, la colaboración de Colombia con la comunidad internacional en el ámbito ambiental ha sido esencial para fortalecer sus políticas de protección de los recursos naturales. La implementación efectiva de estos tratados y convenios no solo posiciona a Colombia como un referente en conservación ambiental, sino que también evidencia su compromiso con un modelo de desarrollo sostenible. Al integrar las necesidades de crecimiento económico con la conservación del planeta, el país asegura un presente más seguro y saludable y sienta las bases para un futuro en el que la biodiversidad y el bienestar de sus habitantes puedan coexistir en equilibrio. Su participación en estos acuerdos reafirma el liderazgo del país en la protección ambiental al promover una gestión que armoniza las metas de sostenibilidad global con las realidades locales y regionales.

Referencias

Comisión Ballenera Internacional. (s. f.). Convenio internacional para la regulación de la pesca de la ballena. https://iwc.int/public/documents/-MCTU/conventionSP.pdf

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) y Naciones Unidas. (2022). Acuerdo regional sobre el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales en América Latina y el Caribe. https://repositorio.cepal.org/entities/publication/624ca75e-7b4e-4f1b-b314-1f9d27ee3245

Congreso de Colombia. (1979, diciembre 28). Ley 74 de 1979: por la cual se aprueba el Tratado de cooperación amazónica. *DO*: 35 447. https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes%2F1622491

Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews (Technical Report No. TR/SE-0401; NICTA Technical Report No. 0400 011T.1)*. Keele University; National ICT Australia Ltd. https://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf

Naciones Unidas. (1992a). Convenio sobre la diversidad biológica. https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf

Naciones Unidas. (1992b). Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf

Naciones Unidas. (1994a). Convención de las Naciones Unidas de lucha contra la desertificación en los países afectados por sequía grave o desertificación, en particular en África. https://www.unccd.int/resource/convention-text

Naciones Unidas. (1994b). Convención de las Naciones Unidas sobre el derecho del mar. https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%201833/volume-1834-A-31363-Spanish.pdf

Naciones Unidas y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). (2009). Convenio de Estocolmo sobre contaminantes orgánicos persistentes (COP). https://observatoriop10.cepal.org/es/tratado/convenio-estocolmo-contaminantes-organicos-persistentes

Naciones Unidas y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal). (2013). Convenio de Rotterdam para la aplicación del procedimiento de consentimiento fundamentado previo a ciertos plaguicidas y productos químicos peligrosos objeto de comercio internacional. https://observatoriop10.cepal.org/es/tratado/convenio-rotterdam-la-aplicacion-procedimiento-consentimiento-fundamentado-previo-ciertos

Organización del Tratado de Cooperación Amazónica. (s. f.). Tratado de cooperación amazónica. https://otca.org/pt/wp-content/uploads/2021/03/TRATADO-DE-COOPERACION-AMAZONICA.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1989). Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. https://www.basel.int/portals/4/basel%20convention/docs/text/baselconventiontext-s.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2019). Convenio de Minamata sobre el mercurio. Textos y anexos. https://minamataconvention.org/sites/default/files/2021-06/Minamata-Convention-booklet-Sep2019-SP.pdf

Rangel, J. O. (2005). La biodiversidad de Colombia. *Palimpsestvs*, (5). https://revistas.unal.edu.co/index.php/palimpsestvs/article/view/8083

Rangel-Ch., J. O. (2015). La biodiversidad de Colombia: significado y distribución regional. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, *39*(151), 176-200. https://doi.org/10.18257/raccefyn.136

Sistema de la Integración Centroamericana. (s. f.). Convenio de cooperación para la protección y el desarrollo sostenible de las zonas marinas y costeras del Pacífico Nordeste. https://www.sica.int/busqueda/busqueda_archivo.aspx?Archivo=conv_1331_2_03062005.htm

Capítulo 4

Legislación ambiental colombiana: una revisión desde diferentes contextos

Colombian Environmental Legislation: a Review From Different Contexts

*Raul Bareño Gutiérrez**
*Laura Teresa Muñoz Sánchez***

* Correo electrónico: raul_bareno@cun.edu.co.

** Correo electrónico: lteresamunoz@ucompensar.edu.co.

Resumen

El marco legislativo en materia ambiental en Colombia es amplio, diverso y de carácter nacional, regional y local. Es considerado uno de los más completos y estructurados de América Latina, pues se basa en normativa internacional orientada a la protección de los ecosistemas en distintos entornos. Esto ha permitido consolidar un conjunto sólido de disposiciones que integran principios constitucionales, leyes nacionales, decretos específicos y compromisos adquiridos en acuerdos internacionales relacionados con el agua, la tierra, el aire, el mar, el subsuelo, la flora, la fauna y otros componentes ambientales. El presente estudio examina detalladamente la evolución de estas normas y evidencia cómo han sido moldeadas para responder a las demandas de conservación ambiental y desarrollo sostenible, y cómo se adaptan a las particularidades del contexto colombiano. Para ello, se empleó una metodología de búsqueda en diferentes metabuscadores, mediante el uso de palabras clave como códigos, leyes, normativas, decretos y acuerdos, entre otras, con el fin de identificar la diversidad legislativa existente en temas relacionados con flora y fauna, ecosistemas y asuntos ambientales. Asimismo, se abordan los principales logros alcanzados, con énfasis en la promoción de la participación ciudadana como eje central de la implementación de políticas ambientales sostenibles y de la protección efectiva de los recursos naturales. Los resultados permiten identificar la amplia cantidad de normativas existentes en distintos campos, así como su diversidad en cuanto a la protección de los ecosistemas marinos y terrestres. De esta manera, el estudio ofrece una visión integral del panorama ambiental en Colombia y resalta tanto los avances significativos como los retos pendientes para garantizar un equilibrio entre desarrollo y sostenibilidad.

Palabras clave: acuerdos ambientales, Colombia, legislación ambiental, marco normativo, normas de conservación.

Abstract

The legislative framework regarding environmental regulations in Colombia is broad, diverse, and characterized by national, regional, and local scopes. It is considered one of the most complete and structured in Latin America, as it is based on international regulations aimed at protecting ecosystems in different environments. This has enabled the consolidation of a solid set of rules that integrate constitutional

principles, national laws, specific decrees, and commitments acquired through international agreements concerning water, land, air, sea, subsoil, flora, fauna, and other natural components. This study thoroughly examines the evolution of these regulations, showing how they have been shaped to respond to the demands of environmental conservation and sustainable development while adapting to the particularities of the Colombian context. The methodology consisted of searches in various meta–search engines using keywords such as codes, laws, regulations, decrees, and agreements, among others, to identify the diversity of existing legislation related to flora, fauna, ecosystems, and environmental issues. Likewise, the analysis addresses the achievements obtained, emphasizing the promotion of citizen participation as a central axis in the implementation of sustainable environmental policies and in the effective protection of natural resources. The results make it possible to identify the large number of existing regulations in different fields and their variety in terms of protecting marine and terrestrial ecosystems. In this way, the study seeks to offer an integrated view of the environmental landscape in Colombia, highlighting both significant advances and remaining challenges to ensure a balance between development and sustainability.

Keywords: Colombia, conservation standards, environmental agreements, environmental legislation, regulatory framework.

Introducción

La legislación ambiental en Colombia ha desempeñado un papel fundamental frente a los desafíos del desarrollo sostenible y la preservación de los recursos naturales del país. Desde la aprobación de la Constitución de 1991, en la cual se estableció el derecho fundamental a un ambiente sano, el Estado ha trabajado para consolidar un marco normativo sólido que garantice la conservación de la biodiversidad y de los ecosistemas. Con esto se ha buscado promover un modelo de desarrollo que considere las necesidades económicas, sociales y ambientales (Const., 1991).

El desarrollo de estas normativas ha sido dinámico y se ha caracterizado por su adaptación a los retos globales y locales surgidos en los últimos años. Un ejemplo de ello es la implementación de leyes orientadas a combatir la deforestación, preservar los hábitats naturales, reducir los impactos del cambio climático y

controlar la contaminación de las fuentes hídricas. Estas acciones han demostrado ser fundamentales en un país reconocido como uno de los más biodiversos del planeta, donde los recursos naturales constituyen un pilar de la economía y del bienestar social (Decreto 1076, 2015; Instituto Humboldt, 2020).

La legislación ambiental en Colombia, desde sus bases constitucionales hasta su desarrollo contemporáneo, ha permitido analizar en detalle los logros alcanzados en materia de protección del medio ambiente, así como las limitaciones que han dificultado una gestión más efectiva. Es importante profundizar en las leyes ambientales para mantenerlas vigentes frente a problemas emergentes, como el aumento de actividades humanas en los ecosistemas, los efectos del cambio climático en las comunidades rurales y la necesidad de fortalecer la participación ciudadana en las decisiones ambientales (Ley 99, 1993; Cepal y Naciones Unidas, 2022).

Más allá del análisis normativo, también resulta relevante evaluar el impacto práctico de estas leyes en la vida diaria de los colombianos y destacar los casos emblemáticos de éxito y las áreas en las que aún queda un largo camino por recorrer. Esto incluye la implementación de estrategias locales para la gestión de los recursos naturales, la creación de sistemas de monitoreo ambiental y el papel de las comunidades indígenas en la protección de sus territorios, los cuales son esenciales para la biodiversidad del país (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2021).

En definitiva, la legislación ambiental de Colombia no solo refleja un compromiso formal con el medio ambiente, sino que también constituye una herramienta de transformación social y económica. Este análisis busca ofrecer una visión integral sobre la manera en que estas normativas han moldeado el panorama ambiental del país, al tiempo que invita a reflexionar sobre las oportunidades para fortalecer su aplicación y su efectividad en el futuro (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1989).

Entre las normativas más relevantes se encuentra la Ley 99 de 1993, que marcó un hito al crear el Sistema Nacional Ambiental (SINA), un modelo integral de gestión ambiental. También destaca el Decreto 1076 de 2015, que organiza y consolida la reglamentación sectorial al facilitar su aplicación en distintos ámbitos. El análisis incluye los principales desafíos enfrentados por estas normativas, como la lucha

contra la deforestación, la protección de la biodiversidad y la mitigación del cambio climático (Departamento Nacional de Planeación (DNP) *et al*., 2022).

Fundamentación teórica

La base de la legislación ambiental en Colombia se encuentra en la Constitución de 1991, que estableció de manera explícita el derecho fundamental de todos los ciudadanos a disfrutar de un ambiente sano. Este reconocimiento no solo representó un avance significativo en cuanto a la importancia del medio ambiente, sino que también impuso al Estado la obligación de proteger la diversidad biológica y garantizar la integridad del entorno natural. Este marco constitucional sirvió como punto de partida para la creación de normativas clave, como la Ley 99 de 1993, que marcó un hito al dar vida al Ministerio del Medio Ambiente y al SINA. Dicho sistema integró a las entidades encargadas de la gestión ambiental y promovió una mejor coordinación entre el gobierno nacional, los departamentos y los municipios, además de fortalecer la capacidad institucional para enfrentar los retos ambientales del país (Const., 1991; Ley 99, 1993).

El Decreto 1076 de 2015 constituyó otro avance significativo al consolidar en un único documento la normativa ambiental vigente. Este cuerpo normativo facilitó la consulta y la aplicación de las disposiciones ambientales al abarcar aspectos esenciales como la protección de ecosistemas estratégicos, la gestión adecuada de los residuos y el manejo sostenible de los recursos hídricos. Además, incluyó disposiciones orientadas a promover la participación ciudadana en la toma de decisiones ambientales, bajo el reconocimiento de que la transparencia y la inclusión son pilares fundamentales para una gestión sostenible de los recursos naturales. Este enfoque participativo no solo empodera a las comunidades, sino que también asegura que las políticas públicas respondan a las necesidades reales de los territorios (Decreto 1076, 2015).

El compromiso de Colombia con la conservación y el uso sostenible de sus recursos naturales también se evidencia en normativas específicas. Entre ellas se destaca la Ley 464 de 1998, que regula el comercio de maderas tropicales con el fin de combatir la explotación ilegal y fomentar prácticas sostenibles en el sector forestal. Por su parte, la Ley 807 de 2003 refuerza la implementación de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres

(Cites), lo que alinea la legislación nacional con los estándares internacionales para la protección de especies vulnerables. Estas normativas reflejan un enfoque integral que abarca tanto la conservación como el aprovechamiento responsable de los recursos naturales (Ley 464, 1998; Ley 807, 2003).

En el ámbito internacional, Colombia ha demostrado un compromiso firme al participar activamente en acuerdos y convenios ambientales globales. Entre ellos se encuentran el Convenio de Basilea, que regula el manejo y transporte de desechos peligrosos; el Protocolo de Kioto, centrado en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero; y el Acuerdo de Escazú, que promueve la justicia ambiental, el acceso a la información y la participación pública en temas ambientales. Estas alianzas internacionales fortalecen el marco normativo interno del país y posicionan a Colombia como un actor comprometido con los esfuerzos globales para enfrentar las crisis ambientales (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, 1989; Naciones Unidas, 1998; Cepal y Naciones Unidas, 2022).

En conjunto, estos avances normativos reflejan el esfuerzo del país por construir un modelo de desarrollo que armonice la conservación ambiental con el progreso económico y social. Sin embargo, también plantean desafíos importantes, como garantizar el cumplimiento efectivo de las leyes y asegurar la participación de las comunidades más vulnerables en la construcción de soluciones sostenibles. Colombia sigue avanzando hacia una gestión ambiental más integrada y participativa, alineada tanto con las necesidades locales como con los compromisos globales (FAO, 2021; Instituto Humboldt, 2020).

Metodología

La recopilación de información se llevó a cabo mediante un proceso minucioso y organizado de búsquedas sistemáticas en bases de datos oficiales, académicas y documentales. El objetivo principal fue garantizar que las fuentes seleccionadas fueran pertinentes, actualizadas y válidas para el análisis, lo que aseguró la calidad y solidez de los datos utilizados (Kitchenham, 2004).

Para ello, se establecieron criterios de inclusión claramente definidos, con prioridad en documentos que ofrecieran un enfoque práctico y jurídico sobre la legislación ambiental en Colombia. Asimismo, se valoraron especialmente los textos

que abordaran la implementación de normativas en distintos contextos, como el urbano, el rural y los territorios con alta biodiversidad o presencia de comunidades indígenas. Esta selección permitió recoger perspectivas diversas y enriquecedoras para el estudio (DNP *et al.*, 2022).

El uso de esta metodología facilitó la construcción de un análisis detallado y multidimensional que integró aspectos normativos, administrativos y sociales. Al articular estos elementos, se buscó ofrecer una visión más completa y equilibrada de la manera en que la legislación ambiental ha sido formulada y aplicada en el país (FAO, 2021).

Además, el proceso permitió identificar tendencias, logros y desafíos en la gestión ambiental colombiana, lo que evidencia el impacto de las normativas tanto en la protección de los recursos naturales como en el bienestar de las comunidades. Este enfoque integral no solo aporta una comprensión más profunda de la temática, sino que también constituye una base para futuras investigaciones y propuestas de mejora en la gestión ambiental.

En síntesis, la metodología empleada permitió construir una visión amplia sobre la evolución de las normativas, su implementación en diversos contextos y su influencia en la protección del medio ambiente y de los recursos naturales del país.

Resultados

Es amplia la diversidad de legislación existente en el país. A continuación, se presenta una síntesis de los referentes más importantes y relevantes para el objeto de estudio. Cada fuente consultada aportó elementos clave que enriquecieron el análisis, como se describe a continuación:

- **Constitución Política de Colombia (1991):** este documento fundacional del sistema jurídico colombiano fue un punto de partida esencial. Se estudiaron en detalle los artículos 79 y 80, que consagran el derecho de los ciudadanos a disfrutar de un ambiente sano y asignan al Estado la responsabilidad de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales. Estas disposiciones no solo definieron principios fundamentales, sino que también se analizaron en el contexto de su

influencia sobre el diseño y aplicación de otras leyes ambientales, lo que resalta su papel como guía normativa para las políticas de sostenibilidad (Const., 1991, arts. 79-80).

- **Ley 99 de 1993:** la promulgación de esta ley marcó un antes y un después en la gestión ambiental del país. El análisis se centró en la manera en que estructuró el SINA, incluida la creación del Ministerio de Ambiente y el fortalecimiento de las corporaciones autónomas regionales (CAR). Se examinaron los mecanismos de descentralización introducidos por esta ley y su papel en la gestión ambiental local y regional, lo que destaca su impacto en la articulación entre los distintos niveles de gobierno y sectores sociales (Ley 99, 1993).

- **Decreto 1076 de 2015:** este decreto, conocido como Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente, facilitó el acceso a un marco normativo consolidado y actualizado. Su revisión abarcó disposiciones relacionadas con la gestión de ecosistemas estratégicos, vertimientos, residuos y recursos hídricos, con especial atención a su relevancia práctica. También se analizó su énfasis en la participación ciudadana como medio para mejorar la transparencia en los procesos de toma de decisiones, con la inclusión de casos en los que dicha participación ha influido en la gestión sostenible (Decreto 1076, 2015).

- **Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible:** las guías, planes estratégicos y normativas emitidas por esta entidad constituyeron una fuente esencial de información. Estos documentos reflejan las prioridades del país en materia de sostenibilidad y conservación. Se analizaron políticas como el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y los lineamientos técnicos sobre biodiversidad, agua y suelo, lo que permitió comprender la orientación del gobierno frente a los desafíos ambientales (DNP et al., 2022).

- **Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA):** la revisión de documentos de la ANLA fue clave para entender la implementación de la normativa ambiental en proyectos de alto impacto, como los relacionados con minería, infraestructura y manejo de recursos

hídricos. Se evaluaron los procedimientos para la obtención de licencias y los desafíos que enfrenta la institución en materia de seguimiento y cumplimiento de las regulaciones.

- **Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam):** los informes técnicos del Ideam permitieron contextualizar el impacto de las políticas ambientales en los ecosistemas colombianos. Los datos sobre cambio climático, gestión hídrica y monitoreo de bosques fueron fundamentales para evaluar la efectividad de las normativas en la mitigación de las principales problemáticas ambientales del país.

- **Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME):** esta entidad aportó información relevante sobre la relación entre el sector energético y el medio ambiente. Se analizaron regulaciones sobre minería, energías renovables y eficiencia energética para comprender cómo se articula el desarrollo económico con los objetivos de sostenibilidad. También se revisaron guías de buenas prácticas orientadas a minimizar los impactos ambientales.

- **Sistema Único de Información Normativa (SUIN) – Juriscol:** Este repositorio oficial fue fundamental para rastrear la evolución histórica de la legislación ambiental. Su consulta permitió identificar avances normativos, vacíos legales y oportunidades para fortalecer el marco regulatorio. Asimismo, brindó acceso a decretos, resoluciones y leyes que complementaron el análisis de las fuentes principales.

- **Artículos especializados y recursos académicos:** estudios críticos, como "Legislación ambiental en Colombia. Protección del medio ambiente y Derecho Ambiental en Colombia", ofrecieron perspectivas analíticas que enriquecieron la comprensión del impacto de las normativas. Al integrar el análisis normativo con una visión más amplia de los desafíos sociales y económicos, estas publicaciones permitieron identificar logros y limitaciones persistentes (Palacio, 2019; Salinas, 2010; Roncancio, 2018; López et al., 2019; Arango, 2012; Poveda-Poveda, 2016; Acevedo, 2013; Granada, 2009).

Por lo tanto, la legislación ambiental en Colombia ha sido un proceso dinámico que refleja el esfuerzo continuo del país por proteger su riqueza natural y avanzar hacia un modelo de desarrollo sostenible. En las últimas décadas, esta legislación ha evolucionado significativamente y se ha consolidado como una herramienta esencial para abordar desafíos críticos como la conservación de la biodiversidad, la mitigación del cambio climático y el manejo sostenible de los recursos naturales. Un punto de partida clave en esta trayectoria fue la Constitución de 1991, que estableció por primera vez el derecho fundamental a un ambiente sano y reconoció la responsabilidad del Estado de proteger la diversidad biológica y garantizar un uso planificado y sostenible de los recursos naturales. Esta base constitucional marcó el inicio de un camino normativo ambicioso que sigue adaptándose a los desafíos contemporáneos.

Uno de los hitos más destacados fue la promulgación de la Ley 99 de 1993, que creó el SINA. Este sistema permitió una mayor articulación entre las entidades responsables de la gestión ambiental en los niveles nacional, regional y local, y promovió un enfoque descentralizado que fortaleció la gobernanza ambiental en el país. Además, el SINA sentó las bases para incluir a la ciudadanía en los procesos de toma de decisiones ambientales, un componente esencial para garantizar la transparencia y la participación comunitaria en la protección de los recursos naturales. Esta ley también permitió el fortalecimiento de las CAR, que han desempeñado un papel clave en la gestión ambiental a nivel territorial y han adaptado las normativas a las realidades locales.

En línea con esta evolución, el Decreto 1076 de 2015 representó un avance significativo al consolidar y actualizar las normativas ambientales en un único cuerpo legal. Este decreto facilitó el acceso a las disposiciones vigentes y abarcó temas críticos como la regulación de vertimientos, la gestión de residuos y la protección de ecosistemas estratégicos. También se destacó por enfatizar la importancia de la participación ciudadana como pilar en la implementación de políticas ambientales, lo que garantiza que las comunidades tengan voz en la planificación y ejecución de proyectos que afectan su entorno. Su enfoque integral ha permitido abordar de manera más efectiva problemáticas emergentes, como la presión sobre los ecosistemas debido a actividades humanas y la contaminación de fuentes hídricas.

En el ámbito nacional, normativas específicas como la Ley 464 de 1998, que regula el comercio de maderas tropicales, y la Ley 807 de 2003, que implementa

medidas de conservación para especies amenazadas, reflejan un enfoque detallado y proactivo frente a problemas concretos. Estas leyes están alineadas con los estándares internacionales y han contribuido a reforzar las políticas nacionales de protección ambiental. Sin embargo, el país sigue enfrentando retos importantes en la aplicación efectiva de estas normativas, especialmente en áreas de alta biodiversidad y en territorios donde operan comunidades indígenas y rurales. La minería ilegal, la deforestación y la contaminación de los recursos hídricos son algunas de las amenazas más persistentes, lo que evidencia la necesidad de fortalecer la capacidad institucional y mejorar los mecanismos de monitoreo y cumplimiento.

A nivel internacional, Colombia ha reafirmado su compromiso con la sostenibilidad al formar parte de acuerdos globales como el Protocolo de Kioto, el Convenio de Basilea y el Acuerdo de Escazú. Estos tratados han influido en la legislación nacional al promover estándares más rigurosos en áreas como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, la gestión responsable de desechos peligrosos y el acceso a la justicia ambiental. Estas alianzas internacionales no solo fortalecen el marco normativo interno, sino que también posicionan a Colombia como un actor comprometido en los esfuerzos globales para enfrentar las crisis ambientales.

El papel de las instituciones nacionales en la gestión ambiental ha sido fundamental para mitigar estos desafíos. El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam) han liderado la implementación y el seguimiento de políticas clave. Por ejemplo, el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático ha permitido diseñar estrategias adaptativas frente a los impactos del cambio climático, mientras que los sistemas de monitoreo del Ideam han proporcionado datos cruciales para la gestión de los recursos naturales y la protección de los ecosistemas. Estas acciones han ayudado a identificar áreas prioritarias para la intervención y han facilitado la formulación de políticas más específicas y efectivas.

Además, el compromiso de Colombia con el desarrollo sostenible se refleja en iniciativas como la promoción de energías renovables y la implementación de buenas prácticas en sectores como la agricultura y la minería. A nivel local, las comunidades indígenas y rurales han desempeñado un papel esencial al integrar

conocimientos tradicionales en la gestión de los recursos naturales. Este enfoque colaborativo ha producido soluciones más completas e inclusivas, que combinan ciencia, tecnología y sabiduría ancestral, y fortalecen la capacidad del país para responder a desafíos complejos.

En conjunto, estos avances destacan el esfuerzo continuo por equilibrar las necesidades económicas, sociales y ambientales de Colombia. La legislación ambiental ha demostrado ser una herramienta fundamental en este proceso, pero su efectividad depende de superar barreras estructurales, como la limitada capacidad de las instituciones en ciertas regiones y la falta de educación ambiental en la población general. Fortalecer los mecanismos de participación ciudadana y mejorar la articulación entre las políticas nacionales y los compromisos internacionales será crucial para garantizar un desarrollo más sostenible y equitativo en el futuro.

Aunque los retos son significativos, Colombia tiene la oportunidad de consolidarse como un modelo a seguir en gestión ambiental a nivel global. Aprovechar su riqueza natural, fomentar la colaboración entre todos los sectores de la sociedad y garantizar el cumplimiento de sus normativas permitirá al país avanzar hacia un futuro más sostenible y resiliente. Este análisis, por tanto, no solo resalta los logros alcanzados, sino también la necesidad de continuar el trabajo para construir un sistema ambiental inclusivo, efectivo y adaptable a las demandas de un mundo en constante cambio.

Conclusiones

La evolución de la legislación ambiental en Colombia refleja el compromiso del país con la protección de su patrimonio natural y la promoción de un desarrollo sostenible en medio de retos crecientes como el cambio climático, la deforestación y la explotación insostenible de recursos. A lo largo de las últimas décadas, se han logrado avances importantes en la consolidación de un marco normativo robusto que integra principios constitucionales, leyes específicas y compromisos internacionales. No obstante, los desafíos en la implementación y el cumplimiento efectivo de estas normativas dejan claro que aún queda un largo camino por recorrer.

Uno de los logros más destacados es la creación del SINA mediante la Ley 99 de 1993, que permitió descentralizar la gestión ambiental y fortalecer la participación

ciudadana en la toma de decisiones. Este enfoque inclusivo ha sido un pilar fundamental para garantizar que las políticas públicas se adapten a las necesidades y realidades de los territorios. Por su parte, el Decreto 1076 de 2015 representó un paso importante al consolidar las normativas existentes en un único cuerpo legal, lo cual facilitó su consulta y aplicación y contribuyó a la transparencia y accesibilidad de la legislación.

En el ámbito internacional, la ratificación de acuerdos como el Protocolo de Kioto, el Convenio de Basilea y el Acuerdo de Escazú ha permitido a Colombia alinear sus políticas con estándares globales. Estos compromisos internacionales han incentivado la adopción de medidas más rigurosas en temas como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el manejo de residuos peligrosos y la justicia ambiental. Sin embargo, estos esfuerzos requieren un fortalecimiento en su implementación a nivel local, especialmente en regiones vulnerables con alta biodiversidad y en territorios afectados por actividades como la minería ilegal.

El papel de las instituciones nacionales, como el Ministerio de Ambiente, la ANLA y el Ideam, ha sido clave para la aplicación y el seguimiento de las políticas ambientales. A través de planes estratégicos como el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y los sistemas de monitoreo de ecosistemas, estas entidades han aportado una base científica y técnica esencial para la gestión de los recursos naturales. No obstante, es necesario aumentar su capacidad operativa y garantizar que sus esfuerzos lleguen de manera equitativa a todas las regiones del país, particularmente a aquellas más afectadas por los impactos ambientales.

Además, al aportar conocimientos tradicionales que complementan los enfoques técnicos y científicos, las comunidades indígenas y rurales han desempeñado un papel fundamental en la protección del medioambiente. Este reconocimiento de su rol constituye un ejemplo del potencial de la colaboración entre diferentes actores para lograr una gestión más integral y efectiva de los recursos naturales.

A pesar de estos avances, persisten desafíos importantes que limitan el impacto pleno de la legislación ambiental. Entre ellos se destacan las dificultades para hacer cumplir las normativas en territorios remotos, la falta de recursos para fortalecer las capacidades institucionales y los vacíos en la educación ambiental de la población.

Superar estas barreras requerirá un esfuerzo conjunto entre el gobierno, las instituciones, las comunidades y los sectores productivos para garantizar un equilibrio entre el desarrollo económico, la equidad social y la sostenibilidad ambiental.

En conclusión, Colombia ha sentado bases sólidas para la protección del medioambiente, pero la efectividad de su legislación depende de una implementación más rigurosa, una mayor participación ciudadana y una adecuada articulación entre los compromisos nacionales e internacionales. Con una estrategia que priorice estos aspectos y promueva la colaboración entre todos los sectores de la sociedad, el país tiene el potencial de consolidarse como un líder en gestión ambiental a nivel global, lo que contribuiría no solo a la protección de su riqueza natural, sino también al bienestar de las generaciones presentes y futuras.

Referencias

Acevedo, J. (2013). La teoría de la infracción ambiental en Colombia desde una concepción funcionalista del derecho penal. *Justicia Juris*, *9*(2), 98-107. https://doi.org/10.15665/rj.v9i2.94

Arango, B. (2012). Antecedentes de la normatividad ambiental colombiana. *Memorando de Derecho*, *3*(3), 95-102. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4133567

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal) y Naciones Unidas. (2022). Acuerdo regional sobre el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales en América Latina y el Caribe. https://repositorio.cepal.org/entities/publication/624ca75e-7b4e-4f1b-b314-1f9d27ee3245

Congreso de Colombia. (1993, diciembre 22). Ley 99 de 1993: por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones. *DO*: 41 146. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0099_1993.html

Congreso de Colombia. (1998, agosto 4). Ley 464 de 1998: Por medio de la cual se aprueba el "Convenio internacional de las maderas tropicales", hecho en Ginebra el veintiséis (26) de enero de mil novecientos noventa y cuatro

(1994). *DO*: 43 360. https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1832143

Congreso de Colombia. (2003, mayo 27). Ley 807 de 2003: por medio de la cual se aprueban las enmiendas de la Convención sobre el comercio internacional de especies amenazadas de fauna y flora silvestres, firmada en Washington, D. C., el 3 de marzo de 1973, adoptadas en Bonn, Alemania, el 22 de junio de 1979 y en Gaborone, Botswana, el 30 de abril de 1983. *DO*: 45 201. https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1668717

Constitución Política de Colombia [Const.]. (1991). Función Pública. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4125

Departamento Nacional de Planeación (DNP), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2022). *Plan nacional de adaptación al cambio climático. ABC: adaptación bases conceptuales. Marco conceptual y lineamientos*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/01/1._Plan_Nacional_de_Adaptacion_al_Cambio_Climatico.pdf

Granada, L. (2009). Gestión ambiental empresarial: pasado, presente y futuro de las normas e instituciones ambientales en Colombia. *Libre empresa*, *6*(1), 63-79. https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/libreempresa/article/view/2927

Instituto Humboldt. (2020). *Reporte de estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia 2020*. https://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2020/

Kitchenham, B. (2004). *Procedures for performing systematic reviews (Technical Report No. TR/SE-0401; NICTA Technical Report No. 0400 011T.1)*. Keele University; National ICT Australia Ltd. https://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf

López, S. L., Hernández, J. D. y Méndez, C. S. (2019). Desarrollo jurisprudencial de la protección ambiental en Colombia: aportes desde la perspectiva neoconstitucionalista. *Opera*, (24), 49–65. https://doi.org/10.18601/16578651.n24.04

Naciones Unidas. (1998). Protocolo de Kyoto de la convención marco de las naciones unidas sobre el cambio climático. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/spanish/cop3/kpspan.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2021). Marco estratégico para 2022-2031. https://www.fao.org/strategic-framework/es

Palacio, A. (2019). Legislación ambiental en Colombia: ayer, hoy y desafíos. *Summa Iuris* (revista Descontinuada), *7*(1), 97–113. https://doi.org/10.21501/23394536.3277

Poveda-Poveda, L. M. (2016). *Licenciamiento ambiental en Colombia y su debate frente a la compensación ambiental* [trabajo de grado]. Repositorio Institucional Universidad Católica de Colombia – RIUCaC. https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/6c1fc8aa-4756-4bb1-b971-4dea1ae84e8c

Presidencia de la República de Colombia. (2015, mayo 26). Decreto 1076 de 2015: por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible. *DO*: 49 523. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1989). Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. https://www.basel.int/portals/4/basel%20convention/docs/text/baselconventiontext-s.pdf

Roncancio, Y. (2018). *Guía en legislación ambiental U. D. 2017* [trabajo de grado]. Repositorio Institucional – Universidad Distrital Francisco José de Caldas. https://repository.udistrital.edu.co/items/848b0e59-323c-4216-adde-40532ef929dd

Salinas, J. (2010). La política ambiental y su institucionalidad en Colombia. *Medio Ambiente & Derecho: Revista electrónica de derecho ambiental, (20), 7*. https://huespedes.cica.es/gimadus/20/07_john_alexander_salinas_mejia.html

Capítulo 5

La tecnología, aliada estratégica en la protección ambiental: herramientas y soluciones en el siglo XXI

Technology as a Strategic Ally in Environmental Protection: Tools and Solutions in the 21st Century

*Raul Bareño Gutiérrez**
*Cristian Alejandro Amaya Fernández***

* Correo electrónico: raul_bareno@cun.edu.co.

** Correo electrónico: calejandroamaya@ucompensar.edu.co.

Resumen

En el siglo XXI, la tecnología se ha consolidado como un aliado fundamental en la protección del medio ambiente y ofrece herramientas innovadoras que permiten enfrentar desafíos ecológicos de manera efectiva y sostenible. Las tecnologías verdes, como la energía solar y eólica, están transformando la forma de producir y gestionar energía. Estas fuentes renovables contribuyen a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, promueven la independencia energética y fomentan el desarrollo de economías locales más resilientes. El uso de drones y de inteligencia artificial (IA) ha revolucionado el monitoreo ambiental, ya que facilita la detección temprana de actividades ilegales, como la deforestación y la caza furtiva, y permite una respuesta más rápida de las autoridades. La capacidad de recopilar y analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real optimiza la gestión de los recursos naturales y proporciona información valiosa para la toma de decisiones. La metodología se basa en referentes bibliográficos y metabuscadores de alto impacto, en los que se asociaron palabras clave como tecnología ambiental, tecnologías verdes, energías renovables, drones, IoT, sensores y tecnología ecológica, entre otras. Estas innovaciones tecnológicas promueven prácticas sostenibles en sectores críticos, como el tratamiento de aguas residuales y la gestión de residuos. Los sistemas inteligentes de tratamiento permiten una purificación eficiente del agua, mientras que las plataformas digitales mejoran la logística del reciclaje y reducen la cantidad de residuos enviados a los vertederos. Estas herramientas no solo abordan problemas ambientales específicos, sino que también fomentan una cultura de sostenibilidad que involucra a comunidades enteras en la protección del planeta.

Palabras clave: ciudades inteligentes, educación ambiental, energías renovables, gestión de recursos naturales, inteligencia artificial, monitoreo ambiental, sostenibilidad, tecnologías verdes.

Abstract

In the 21st century, technology has established itself as a fundamental ally in environmental protection, offering innovative tools that enable the effective and sustainable addressing of ecological challenges. Green technologies, such as solar and wind energy, are radically transforming the way energy is produced and managed. These renewable sources contribute to reducing greenhouse gas emissions,

promote energy independence, and foster the development of more resilient local economies. The use of drones and artificial intelligence (AI) has revolutionized environmental monitoring by facilitating the early detection of illegal activities such as deforestation and poaching, allowing authorities to respond more quickly. The ability to collect and analyze large volumes of data in real time optimizes natural resource management by providing valuable information for decision-making. The methodology is based on bibliographic references and high-impact meta-search engines, associating keywords such as environmental technology, green technologies, renewable energy, drones, IoT, sensors and ecological technology, among others. These technological innovations promote sustainable practices in critical sectors such as wastewater treatment and waste management. Smart treatment systems allow efficient water purification, while digital platforms improve recycling logistics and reduce the amount of waste sent to landfills. These tools not only address specific environmental issues but also foster a culture of sustainability that engages entire communities in protecting the planet.

Keywords: artificial intelligence, environmental education, environmental monitoring, green technologies, natural resources management, renewable energies, smart cities, sustainability.

Introducción

El cambio climático se ha convertido en una de las crisis más apremiantes del siglo XXI; afecta todos los rincones del planeta y pone en riesgo la salud de los ecosistemas, la economía global y la calidad de vida de millones de personas. Este fenómeno, impulsado principalmente por la actividad humana, se manifiesta en el aumento de las temperaturas globales, el derretimiento de glaciares y casquetes polares, y la intensificación de fenómenos meteorológicos extremos, como huracanes, sequías e inundaciones. Según el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), la evidencia del calentamiento global es irrefutable: desde finales del siglo XIX, la temperatura promedio de la superficie terrestre ha aumentado aproximadamente 1.1 °C, y se proyecta que este incremento podría alcanzar entre 2 °C y 4 °C para el año 2100 si no se adoptan medidas significativas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (IPCC, 2021; United Nations – Climate Change, 2022).

La quema de combustibles fósiles, la deforestación y las prácticas agrícolas insostenibles constituyen algunas de las principales fuentes de estos gases, que

atrapan el calor en la atmósfera. Este calentamiento no solo altera los patrones climáticos, sino que también tiene consecuencias profundas en la biodiversidad. Los ecosistemas marinos y terrestres están sometidos a una presión constante que conduce a la extinción de especies y a la pérdida de hábitats críticos. La interconexión entre los sistemas naturales y humanos hace que los efectos del cambio climático no se limiten a un solo ámbito; también impactan la agricultura, la salud pública, el acceso al agua y la seguridad alimentaria (IPCC, 2023).

En este contexto crítico, la tecnología emerge como una herramienta poderosa para mitigar los efectos del cambio climático. Desde energías renovables que ofrecen alternativas sostenibles a los combustibles fósiles hasta sistemas avanzados de monitoreo que permiten una mejor gestión de los recursos naturales, las innovaciones tecnológicas están transformando el panorama sobre cómo se enfrenta esta crisis. Sin embargo, es fundamental recordar que la tecnología por sí sola no es suficiente: debe ir acompañada de un compromiso colectivo con prácticas sostenibles y con una educación ambiental sólida que empodere a las comunidades para tomar decisiones informadas (IPCC, 2023).

Las acciones inmediatas son cruciales para evitar un futuro catastrófico. La implementación de políticas efectivas y el fomento de una economía circular son pasos necesarios para enfrentar este desafío global. Solo a través de un esfuerzo conjunto entre gobiernos, empresas y ciudadanos será posible lograr un cambio significativo en nuestra relación con el medio ambiente (IPCC, 2022, 2023).

La tecnología desempeña un papel clave en la protección de los ecosistemas y en la conservación del medio ambiente. Algunos de sus beneficios incluyen:

- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.
- Conservación de los recursos naturales.
- Preservación de la biodiversidad.
- Mejora de la calidad del aire y del agua.

Finalmente, el enfoque global e industrializado de la tecnología en la exploración y descripción profunda de los diferentes ecosistemas del mundo permite recopilar datos, monitorear cambios ambientales y comprender la interacción entre los elementos que los conforman. Estos procesos facilitan la viabilidad

técnica y financiera de soluciones integrales que ayudan a potenciar herramientas y estrategias de alto impacto desarrolladas en los últimos años.

La protección y vigilancia de los ecosistemas mediante soluciones y aplicaciones en tiempo real ha beneficiado la conservación de la flora y la fauna. El uso de drones equipados con cámaras IP de alta definición y sistemas de referenciación permite obtener imágenes detalladas de áreas remotas y de difícil acceso. Además, la utilización de sensores remotos y sistemas de información geográfica (SIG) facilita la recopilación y comparación de datos espaciales y tridimensionales de los ecosistemas, lo que contribuye a la protección de la vida marina y de ecosistemas terrestres, aéreos y subterráneos.

Las nuevas tecnologías convergentes y los servicios en tiempo real y en la nube, apoyados por soluciones basadas en el Internet de las cosas (IoT), la inteligencia artificial (IA), los sensores, la automatización y la teledetección, han permitido detectar de manera temprana daños en los ecosistemas y diseñar estrategias para mitigar los efectos negativos en áreas críticas de conservación. Por ello, la tecnología ha revolucionado la forma de abordar la conservación de los ecosistemas al proporcionar panoramas globales y análisis precisos que serían imposibles de obtener sin el apoyo de estas herramientas.

Fundamentación teórica

El cambio climático se refiere a las variaciones significativas y duraderas en los patrones climáticos globales y regionales. Según el IPCC, este fenómeno es, principalmente, el resultado de las actividades humanas, especialmente de la quema de combustibles fósiles, la deforestación y la agricultura intensiva. Estas actividades han incrementado la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, como el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4) y el óxido nitroso (N_2O), lo que contribuye al calentamiento global (IPCC, 2021).

Los efectos del cambio climático son diversos y afectan tanto a los sistemas naturales como a las sociedades humanas. Entre los impactos más relevantes se encuentran:

- **Aumento de temperaturas:** el incremento en las temperaturas globales provoca olas de calor más frecuentes y severas, lo que afecta la salud pública y la agricultura.

- **Fenómenos meteorológicos extremos:** el cambio climático está asociado con un aumento en la intensidad y frecuencia de huracanes, sequías e inundaciones, lo que pone en riesgo infraestructuras y comunidades vulnerables.

- **Pérdida de biodiversidad:** las alteraciones en los hábitats naturales amenazan a numerosas especies, lo que conduce a su extinción y a la degradación de ecosistemas completos.

La implementación de soluciones tecnológicas contribuye a la protección de los diferentes entornos biodiversos mediante sistemas de monitoreo remoto, teledetección satelital e IA aplicada a modelos predictivos y plataformas de datos geoespaciales. Estos mecanismos proporcionan datos en tiempo real sobre el comportamiento y las condiciones de los ecosistemas, lo que permite generar alertas tempranas mejor fundamentadas para la gestión y la protección de estos entornos naturales.

Las nuevas soluciones en los campos de la IA y el aprendizaje automático ofrecen múltiples posibilidades para la interpretación y el análisis de datos relacionados con la flora, la fauna y los ecosistemas ambientales. Estas herramientas optimizan la predicción y la identificación de patrones, y permiten evaluar escenarios de conservación con mayor precisión. Además, las tecnologías de monitoreo y seguimiento ambiental han transformado la comprensión y la conservación de los ecosistemas biodiversos del mundo. El uso de tecnologías de rastreo —como collares GPS en animales, cámaras trampa y sensores ambientales— proporciona datos en tiempo real sobre el estado y el futuro de muchas especies en peligro de extinción y de sus entornos. Esto permite diseñar estrategias adecuadas e identificar posibles amenazas y favorece la formulación de políticas de conservación efectivas y acordes con las necesidades específicas de cada ecosistema.

Las soluciones tecnológicas dirigidas al monitoreo y al seguimiento de ecosistemas permiten comprender, conservar y proteger la diversidad biológica del planeta. En conjunto con la IA, que utiliza algoritmos avanzados y análisis de datos, estas herramientas fortalecen la conservación, pues facilitan el monitoreo y la predicción de los cambios en los ecosistemas, la identificación de patrones, el seguimiento de especies en riesgo y el análisis de grandes conjuntos de datos.

Desafíos y barreras en el uso de la tecnología

- **Costos elevados:** los altos costos dificultan su adopción masiva. No obstante, la demanda creciente de estas soluciones impulsa una reducción progresiva en sus precios.

- **Poca infraestructura:** se requieren infraestructuras acordes con el contexto —por ejemplo, sistemas de carga para vehículos eléctricos o redes inteligentes de energía—, lo que puede dificultar su implementación.

- **Poca conciencia y cultura:** la ausencia de estos elementos puede limitar la adopción de tecnologías enfocadas en la sostenibilidad.

- **Intereses económicos y políticos:** factores de este tipo pueden influir negativamente en la implementación de soluciones innovadoras. La resistencia al cambio y los intereses económicos en juego constituyen barreras significativas.

A pesar de estas dificultades, es fundamental persistir en el desarrollo y adopción de soluciones tecnológicas que contribuyan a la protección de los ecosistemas y de la biodiversidad, con el fin de salvaguardar la vida en todas sus formas.

Aplicaciones de la tecnología en entornos ecológicos

Existen numerosas aplicaciones e implementaciones tecnológicas en diferentes entornos y contextos. Algunas de ellas incluyen:

- **Monitorización y seguimiento de la biodiversidad:** mediante el uso de drones y sensores remotos es posible obtener información precisa y actualizada sobre especies y ecosistemas, incluso en áreas de difícil acceso. Estas herramientas permiten identificar cambios, detectar amenazas y diseñar estrategias de conservación más efectivas.

- **Gestión de recursos naturales:** las tecnologías permiten optimizar la gestión de recursos en la flora y la fauna. Ejemplos de ello son los

sistemas de riego inteligentes, la monitorización del consumo energético y la gestión eficiente de los residuos. Estas innovaciones contribuyen a un uso más racional y sostenible de los recursos.

- **Prevención y mitigación de desastres naturales:** los sistemas de monitoreo basados en IoT facilitan la emisión de alertas tempranas y la predicción de eventos extremos. Estas tecnologías permiten anticipar riesgos como inundaciones, incendios forestales o deslizamientos, lo que mejora la capacidad de respuesta y la protección de las comunidades y ecosistemas.

- **Control de contaminación:** las tecnologías avanzadas ayudan a detectar contaminantes en el aire, el agua y el suelo. Los sistemas de filtración, purificación y tratamiento de aguas residuales contribuyen a reducir los niveles de contaminación y a proteger los recursos naturales.

Todas estas soluciones tecnológicas generan un impacto positivo y significativo en las comunidades, ya que contribuyen a la conservación del medioambiente e incentivan prácticas sostenibles.

Metodología

Se adopta un enfoque interdisciplinario que integra conocimientos de ciencias ambientales, tecnología, educación y políticas públicas para analizar cómo las innovaciones tecnológicas pueden contribuir de manera efectiva a la mitigación del cambio climático y a la protección ambiental en el siglo XXI. Para ello, se realizó una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica, así como estudios de caso prácticos y un análisis de datos empíricos y cualitativos, con el fin de ofrecer una visión comprensiva y fundamentada.

Se llevó a cabo una revisión sistemática de literatura en bases de datos académicas y fuentes especializadas, que incluyó artículos científicos recientes, informes del IPCC y de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), además de documentos técnicos emitidos por agencias internacionales y empresas tecnológicas. Esta revisión se centró en identificar avances tecnológicos relevantes, como la IA, el IoT y las tecnologías de la Industria 4.0, que ya se están aplicando

para mitigar el cambio climático, así como en explorar sus implicaciones y desafíos. Los temas clave abarcaron desde la eficiencia energética hasta la gestión de residuos y la conservación de la biodiversidad (IPCC, 2022).

Selección de estudios de caso representativos

Para contextualizar y ejemplificar el impacto de las tecnologías en la lucha contra el cambio climático, se seleccionaron estudios de caso de iniciativas exitosas en diferentes niveles (local, nacional e internacional). Estos estudios incluyen proyectos específicos de implementación de energía renovable, como la energía solar y eólica en comunidades vulnerables; sistemas avanzados de monitoreo ambiental que emplean drones, sensores y algoritmos de IA para rastrear la deforestación y la calidad del aire; y programas educativos que utilizan tecnologías digitales para promover la conciencia ambiental y capacitar a las nuevas generaciones en prácticas sostenibles. Estos ejemplos prácticos demuestran cómo las tecnologías pueden adaptarse a diversos contextos sociales y económicos para maximizar sus beneficios ambientales (IPCC, 2023; United Nations – Climate Change, 2022).

Elaboración de un marco integral para la mitigación tecnológica del cambio climático

La combinación de estas metodologías permitió desarrollar un marco comprensivo que evalúa el papel estratégico de la tecnología en la lucha contra el cambio climático. Este marco incluye categorías de aplicación tecnológica en áreas clave como la eficiencia energética, la reducción de desechos y la conservación de ecosistemas, así como la concienciación y la educación ambiental. Además, este enfoque no solo permite identificar soluciones tecnológicas efectivas, sino también fomentar un diálogo continuo sobre el rol que desempeña cada sector —público, privado y educativo— en la transición hacia prácticas más sostenibles.

Resultados

Es evidente que la integración de tecnologías innovadoras ha generado ventajas significativas en la lucha contra el cambio climático y en la protección de los ecosistemas en diversos ámbitos. En primer lugar, se ha observado una notable reducción en las emisiones de gases de efecto invernadero en comunidades que

implementaron proyectos de energía renovable, como la energía solar y eólica. Esta transición no solo contribuye a la mitigación del cambio climático, sino que también promueve la independencia energética y la sostenibilidad local (IPCC, 2023).

El uso de sistemas avanzados de monitoreo ambiental, como drones e IA, ha permitido que las ciudades mejoren considerablemente la calidad del aire. Esto se traduce en beneficios directos para la salud pública, al disminuir los niveles de contaminantes atmosféricos y reducir la incidencia de enfermedades respiratorias (IPCC, 2023).

Asimismo, la adopción de tecnologías de eficiencia energética ha generado ahorros significativos en el consumo de energía, lo que reduce los costos operativos para empresas y hogares y disminuye la presión sobre las fuentes de energía convencionales. Este ahorro se complementa con un aumento en la conciencia ambiental dentro de las comunidades, especialmente a través de programas educativos apoyados en herramientas digitales, los cuales han empoderado a las personas para adoptar prácticas más sostenibles. Las comunidades que implementaron tecnologías avanzadas para el monitoreo climático han mejorado su capacidad de adaptación y resiliencia ante desastres naturales. La utilización de modelos predictivos ha facilitado una planificación más efectiva y una respuesta rápida frente a eventos climáticos extremos, lo que permite minimizar los daños potenciales.

Finalmente, se ha evidenciado un incremento en la colaboración intersectorial entre gobiernos, organizaciones no gubernamentales y el sector privado. Esta sinergia ha dado lugar a iniciativas conjuntas que amplifican el impacto positivo de las tecnologías implementadas, lo que demuestra que el trabajo colaborativo es esencial para abordar los desafíos del cambio climático. En conjunto, estos resultados destacan la importancia de un enfoque integral que combine tecnología, educación y colaboración comunitaria para enfrentar el cambio climático de manera efectiva y construir un futuro más sostenible y resiliente (United Nations – Climate Change, 2022).

Optimización de recursos en procesos industriales

Las tecnologías de la Industria 4.0, como el IoT, la automatización avanzada y la analítica de datos, permiten una monitorización precisa del uso de recursos naturales —como el agua, la energía y las materias primas— en procesos industriales.

La optimización de estos recursos ha demostrado una reducción significativa en el consumo y en el desperdicio, lo que contribuye a la sostenibilidad ambiental (Herrera-Barrera, 2017).

Reducción de la huella de carbono mediante IA en logística

Las herramientas de IA aplicadas a la optimización logística pueden reducir de manera considerable la huella de carbono. Los algoritmos de IA permiten planificar rutas de transporte más eficientes, agrupar pedidos y prever la demanda con mayor precisión, lo que disminuye el consumo de combustible y las emisiones de gases de efecto invernadero (Amado, 2024).

Monitoreo y conservación de ecosistemas a través de IA e IoT

Las herramientas basadas en IA y en sensores conectados a la red (IoT) están transformando la capacidad de monitorear ecosistemas en tiempo real. Estas tecnologías permiten detectar cambios en el ambiente —como variaciones en la calidad del aire, la temperatura del agua o la biodiversidad— y alertar a los científicos sobre posibles amenazas al medioambiente, lo que facilita respuestas rápidas y eficaces (Piamba-Mamian *et al.*, 2021).

Predicción y control de desastres naturales

La IA permite predecir con mayor precisión fenómenos naturales como incendios forestales, inundaciones y huracanes, mediante el uso de datos históricos, patrones climáticos y algoritmos de aprendizaje profundo. Estas capacidades han facilitado la creación de sistemas de alerta temprana que contribuyen a prevenir desastres y a tomar decisiones proactivas para proteger tanto el medioambiente como a las comunidades (Lavell, 1993).

Agricultura de precisión para la optimización en el uso de pesticidas y agua

La agricultura de precisión, impulsada por tecnologías de la Industria 4.0 —como el análisis de datos, los sensores IoT y los drones—, está transformando la gestión de los cultivos y permite una mayor eficiencia en el uso de recursos, además

de reducir el impacto ambiental. Esta práctica posibilita que los agricultores monitoreen en tiempo real factores clave del suelo y de los cultivos, como la humedad, la composición de nutrientes, la temperatura y la presencia de plagas. A partir de estos datos, los agricultores pueden tomar decisiones informadas y aplicar intervenciones únicamente en las áreas que realmente lo requieren, lo que evita el uso excesivo y generalizado de agua y pesticidas (Orozco y Llano, 2016).

La implementación de sensores de humedad y cámaras multiespectrales permite identificar zonas específicas que necesitan riego o tratamiento contra plagas, lo que posibilita aplicar agua y pesticidas de manera focalizada y reduce significativamente el desperdicio y la contaminación de fuentes hídricas cercanas. Además, los algoritmos de aprendizaje automático pueden analizar patrones climáticos y de crecimiento para pronosticar las necesidades futuras del cultivo y optimizar el momento y la cantidad de recursos aplicados (Orozco y Llano, 2016).

Gestión inteligente de residuos y reciclaje

La IA y el aprendizaje automático están revolucionando la gestión de residuos y el reciclaje, al crear sistemas más eficientes y sostenibles que contribuyen de manera significativa a la reducción de la contaminación. En las plantas de reciclaje, estas tecnologías permiten identificar, clasificar y separar automáticamente diferentes tipos de materiales —como plásticos, metales, papel y vidrio—, lo que mejora la precisión y la rapidez del proceso. Esto es posible gracias a sensores avanzados, cámaras de visión artificial y algoritmos de IA capaces de reconocer materiales con gran exactitud y a una velocidad superior a la de los métodos manuales (Sáez y Galbán, 2007).

El uso de estas herramientas también reduce los errores de clasificación que antes ocasionaban que materiales reciclables terminaran en vertederos. Mediante el análisis de datos en tiempo real y los sistemas de aprendizaje profundo, las plantas de reciclaje pueden adaptarse a las variaciones en los tipos de residuos, optimizar sus operaciones y aumentar la cantidad de materiales recuperados. Además, la automatización de estas tareas incrementa la eficiencia, disminuye los costos operativos y reduce la exposición de los trabajadores a condiciones peligrosas (Sáez y Galbán, 2007).

Asimismo, los sistemas de IA ayudan a ciudades y municipios a implementar estrategias de recolección inteligente de residuos mediante sensores instalados en los contenedores, los cuales monitorean su capacidad y envían alertas cuando están llenos. Esto posibilita planificar rutas de recolección más eficientes, reduce las emisiones de gases contaminantes de los camiones de basura y optimiza los recursos disponibles (Sáez y Galbán, 2007).

Descarbonización y eficiencia energética en la industria

La descarbonización de la industria es una prioridad en la lucha contra el cambio climático, dado que los sectores industriales representan una proporción significativa de las emisiones globales de carbono. En este contexto, la tecnología —especialmente la IA y el IoT— está transformando la manera en que las plantas industriales gestionan y optimizan su consumo energético. Los sistemas de gestión de energía basados en IA permiten monitorear, analizar y ajustar de manera continua el uso de energía, detectar patrones de consumo ineficientes y realizar ajustes en tiempo real para minimizar el gasto energético sin comprometer la productividad (Gómez, 2021).

Estas tecnologías resultan especialmente eficaces en industrias con alto consumo energético, como la manufactura, el acero, el cemento y la minería, cuyas operaciones generan grandes cantidades de emisiones de CO_2. Gracias a sensores IoT y sistemas de análisis de datos, las fábricas pueden recopilar información detallada sobre el consumo energético en cada etapa de producción. Esta información, procesada mediante algoritmos de IA, permite identificar oportunidades de reducción del uso de energía, optimizar horarios de funcionamiento, ajustar maquinaria en tiempo real y minimizar desperdicios energéticos (Gómez, 2021).

Además, las herramientas avanzadas de IA pueden predecir la demanda energética, lo que facilita la integración de fuentes de energía renovable en el proceso productivo. La capacidad de anticipar y gestionar el consumo en función de la disponibilidad de energía solar o eólica reduce la dependencia de combustibles fósiles y contribuye directamente a la descarbonización. Estas tecnologías también permiten implementar estrategias de mantenimiento predictivo, que favorecen el funcionamiento eficiente de los equipos industriales y evitan fallos que podrían generar consumo excesivo de energía o emisiones adicionales (Gómez, 2021).

Modelos predictivos para la recuperación de la biodiversidad

La IA se está convirtiendo en una herramienta clave para la conservación y recuperación de la biodiversidad. Gracias a los modelos predictivos basados en IA y al uso de datos de sensores, satélites y otras fuentes, los científicos pueden simular y analizar patrones de crecimiento y desplazamiento de especies en ecosistemas naturales o zonas protegidas. Estos modelos permiten prever cómo responderán distintas especies ante factores ambientales, como cambios de temperatura, disponibilidad de agua o alteraciones en el hábitat debido a la actividad humana (Rojas *et al*., 2015).

Además, los modelos predictivos pueden evaluar el impacto de diversas intervenciones de restauración ambiental, como la reforestación, la recuperación de humedales o la creación de corredores biológicos. Al simular los posibles efectos de estas acciones, la IA ayuda a optimizar los esfuerzos de conservación, lo que maximiza la supervivencia y el desarrollo de especies en peligro. Por ejemplo, en proyectos de reintroducción de especies, estos modelos pueden sugerir las mejores áreas y momentos para liberar las especies, al considerar factores como la disponibilidad de alimento y el riesgo de depredación (Rojas *et al*., 2015).

Conclusiones

El uso de tecnología, soluciones y aplicaciones articuladas con herramientas de IA, IoT, automatización, dispositivos móviles e industrias 4.0 y 5.0 es un factor determinante para la conservación de los ecosistemas y la protección de la biodiversidad y de los recursos naturales, ya que permite el monitoreo en tiempo real, la identificación temprana de amenazas, la toma de decisiones informadas y la implementación de estrategias de conservación efectivas. Esta integración entre innovación tecnológica y conservación de ecosistemas ofrece soluciones prometedoras para mitigar la deforestación, la caza furtiva, la contaminación y otros desafíos ambientales.

También es clave entender que la tecnología por sí sola no será efectiva mientras no se incentiven planes y políticas públicas de protección de ecosistemas. Estas deben estar alineadas con las comunidades y contar con la colaboración activa

entre científicos, gobiernos, organizaciones no gubernamentales y comunidades locales, de forma tal que se pueda asegurar un futuro más resiliente y equitativo para los ecosistemas en todo el mundo.

Las tecnologías verdes ayudan a reducir los impactos negativos en el entorno natural y a promover la sostenibilidad mediante energías renovables, transporte sostenible y edificios verdes, con numerosos beneficios en la reducción de emisiones, la conservación de recursos naturales y la preservación de la biodiversidad. Esto representa un reto constante tanto para la tecnología como para las personas, pero es una lucha permanente que busca promover su adopción y concienciar sobre sus beneficios en la protección del medioambiente y la sostenibilidad.

Es fundamental continuar con proyectos sostenibles y ecoambientales, así como con la investigación, innovación y desarrollo de tecnologías inspiradas y diseñadas para la naturaleza y su conservación. Estos proyectos deben contemplar un diseño modular y transportable que permita recopilar datos de manera eficiente y minimizar los impactos en el entorno, de modo que se garantice la seguridad ambiental en todas las etapas: diseño, implementación, operación y actualización.

Finalmente, debe primar la protección de la vida en cualquiera de los ecosistemas donde se desarrollen proyectos tecnológicos. La naturaleza, los animales, la educación, la concienciación y los valores humanos deben integrarse en la protección y conservación, así como en el desarrollo de medidas estratégicas y alternativas tecnológicas coherentes. Los proyectos comunitarios deben valorizar la fauna y la flora, con el fin de fomentar la responsabilidad ambiental y asegurar que puedan ser asimilados integralmente y llevados a la práctica con cuidado y respeto por el medioambiente.

Referencias

Amado, M. (2024). La dualidad de la inteligencia artificial en la sostenibilidad de las cadenas de suministro: una revisión narrativa. *European Public & Social Innovation Review*, *9*, 1–21. https://doi.org/10.31637/epsir-2024-552

Gómez, J. F. (2021). Eficiencia energética en el sector industrial. *Cuadernos Orkestra*, (02).https://www.orkestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/informes/cuadernos-orkestra/210005-Eficiencia-Energ%C3%A9tica-Sector-Industrial-INFORME-COMPLETO-.pdf

Herrera-Barrera, M. (2017). *Propuesta de un modelo de optimización de recursos para mejorar la eficiencia en el proceso de transformación del plástico* [trabajo de grado]. Repositorio Universidad Católica de Colombia – RIUCaC. https://repository.ucatolica.edu.co/entities/publication/bab74ecc-722c-4771-9cd3-027c4a002784

Lavell, T. A. (1993). Ciencias Sociales y desastres naturales en América Latina: un encuentro inconcluso. *Revista EURE - Revista De Estudios Urbano Regionales*, *19*(58), 73-84. https://doi.org/10.7764/1121

Orozco, Ó. A. y Llano, G. (2016). Sistemas de información enfocados en tecnologías de agricultura de precisión y aplicables a la caña de azúcar, una revisión. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, *15*(28), 103-124. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-33242016000100007

Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. IPCC. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/

Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). (2022). *Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change*. IPCC. https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/

Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC. https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf

Piamba-Mamian, T.-M., Zambrano, L. E., Montaño-Rúales, L. A. y Rojas-Gonzales, F. A. (2021). Implementación de un sistema de monitoreo IoT aplicado a una piscicultura de trucha. *Informador Técnico*, *85*(1), 3–19. https://doi.org/10.23850/22565035.2937

Rojas, C., Sepúlveda-Zúñiga, E., Barbosa, O., Rojas, O. y Martínez, C. (2015). Patrones de urbanización en la biodiversidad de humedales urbanos en Concepción metropolitano. *Revista de Geografía Norte Grande*, (61), 181–204. https://revistachilenadederecho.uc.cl/index.php/RGNG/article/view/42369

Sáez, L. Y. G. y Galbán, M. P. A. (2007). *Gestión Integral de los Residuos Sólidos*. Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".

United Nations – Climate Change. (2022). *Annual Report 2022*. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/UNClimateChange_AnnualReport_2022.pdf

Síntesis final

Raúl Bareño Gutiérrez[*]

Durante la presente compilación bibliográfica y documental se destaca la importancia de la abundancia del marco regulatorio y ambiental del país en la protección de la biodiversidad en cuanto a la flora y fauna; así como en la protección de la vida y de los diferentes ecosistemas —mar, aire y tierra—, entre otros sistemas a proteger. Se subraya, asimismo, la importancia de la aplicación de dicho marco normativo y de una verdadera cultura de protección ecológica en las personas como seres integrales, capaces de convivir entre iguales y actuar para iguales, con el fin de entregar vida a las siguientes generaciones. Por lo tanto, se pueden concluir aspectos fundamentales por cada uno de los capítulos, así:

En el primer capítulo, la solución web desarrollada para la gestión de la normativa ambiental presenta varias ventajas que contribuyen a una gestión más eficiente y efectiva, dado que valida la normatividad vigente y actualizada a nivel local, nacional y regional, lo que fortalece a las entidades y organizaciones para que se mantengan al día con los cambios en las leyes y eviten sanciones por incumplimiento. Otro aspecto fundamental es la centralización de la información, dado que permite almacenar y gestionar toda la documentación relacionada en un solo lugar, lo que facilita el acceso y la actualización de datos de manera organizada y segura.

También permite la reducción de riesgos legales y operativos derivados de incumplimientos, como multas, demandas o interrupciones en la actividad operativa en cualquier campo de aplicación. Además, optimiza la eficiencia en la gestión de auditorías y reportes alineados con el marco normativo de la zona y del campo de acción, lo que permite ahorrar tiempo y recursos en la recopilación de datos y en la elaboración de informes.

Asimismo, la solución planteada apoya la toma de decisiones. Al disponer de datos actualizados y bien organizados, las organizaciones pueden tomar decisiones informadas y estratégicas que se alineen con los objetivos de sostenibilidad y

* Correo electrónico: raul_bareno@cun.edu.co.

responsabilidad ambiental. Además, se fortalece la colaboración entre las áreas o departamentos de una empresa (como medio ambiente, salud y seguridad y operaciones), lo que permite que trabajen de manera más coordinada y colaborativa en el cumplimiento de las normativas ambientales.

En últimas, esta solución web para la gestión de normativa ambiental no solo facilita el cumplimiento normativo, sino que también optimiza procesos, reduce riesgos, mejora la transparencia y apoya la implementación de prácticas sostenibles dentro de las organizaciones. Asimismo, fortalece la eficiencia y accesibilidad de la búsqueda de información pertinente para una variedad de usuarios, incluidos abogados, ingenieros ambientales, administradores normativos y empresas ecológicas. Permitirles acceder de manera rápida y eficiente a los datos necesarios promueve una gestión más eficaz y una ejecución del trabajo más ágil. Esta solución no solo hace que los procesos de trabajo sean más eficientes, sino que también fomenta un entorno más informado y productivo para todos los involucrados.

Con esta infraestructura tecnológica se logra una adecuada gestión de la plataforma tanto en términos de capacidad como de seguridad, y se apoya a los usuarios en un ambiente de aprendizaje continuo y colaboración, porque, si bien hay mucha información pertinente por agregar al repositorio creado, la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior - CUN puede utilizarlo en su entorno educativo.

En el segundo capítulo, el derecho internacional ambiental (DIA) es adaptado e implementado en muchos países a nivel global, y Colombia no es la excepción. Su aplicación se convierte en un reto en muchas regiones debido a los niveles socioculturales y a otros aspectos, como situaciones de violencia, minería ilegal y poca cultura hacia la protección de los entornos ambientales y biodiversos. Esto hace que el reto sea permanente y continuo en lo referente a la protección de la vida en todos los contextos y a la protección del agua, la tierra, el aire y demás elementos necesarios para salvaguardar los ecosistemas, sin importar los aspectos económicos, donde prevalezcan la vida y los ambientes ecológicos para la próxima generación.

Por lo tanto, todos estos acuerdos, convenios y protocolos, que tienen buenas intenciones hacia la protección de la vida ambiental, deben constituirse en el derrotero que fije los lineamientos culturales de generaciones y líderes responsables, donde prevalezcan los intereses generales sobre los particulares, y donde se cumplan

los acuerdos en el marco del derecho internacional ambiental como una mirada global y articulada. La responsabilidad compartida entre el Estado y la sociedad debe mantenerse de forma continua. Para ello, es necesario alinear la normativa internacional, nacional, regional y local, así como articular a las comunidades como actores fundamentales en la protección de la biodiversidad y de los ecosistemas.

Con base en lo anterior, se debe seguir incentivando la aplicación del derecho internacional ambiental como eje central de nuevas políticas públicas orientadas a la protección de nuevos ecosistemas. En este contexto, se destaca la importancia de garantizar la supervivencia de una sociedad cada vez más industrializada y con escasa cultura de protección de sus entornos ecológicos y de la biodiversidad. La tierra, el aire, el agua y los ecosistemas deben ocupar un lugar central en las agendas y políticas transnacionales, de modo que se favorezca su adaptación, implementación y articulación entre el marco internacional, los Estados y la sociedad.

En el tercer capítulo, la participación de Colombia en tratados internacionales ha sido un pilar esencial en la construcción de un marco normativo ambiental sólido, que no solo regula la protección de su biodiversidad, sino que también asegura un camino hacia un desarrollo sostenible. Cada uno de estos acuerdos refleja el compromiso de Colombia con la preservación de sus recursos naturales y con la aplicación de políticas que promuevan prácticas sostenibles. Desde su adhesión a la Convención sobre Diversidad Biológica (CDB), que establece principios de conservación y uso sostenible de la biodiversidad, hasta su ratificación del Acuerdo de Escazú, el país ha dado pasos significativos en la implementación de políticas ambientales. Estos acuerdos refuerzan la equidad en el acceso a los recursos y la protección de los ecosistemas, con el fin de beneficiar tanto a las generaciones presentes como a las futuras.

En cuanto al manejo de residuos y sustancias tóxicas, tratados internacionales como el Convenio de Basilea y el Convenio de Estocolmo han brindado a Colombia herramientas esenciales para gestionar los residuos peligrosos y reducir la presencia de contaminantes orgánicos persistentes en su territorio. La aplicación de estas normativas ha generado un ambiente más seguro para las comunidades y ha permitido disminuir riesgos para la salud pública y los ecosistemas. Estas medidas han mejorado significativamente la gestión de desechos en el país, minimizado la contaminación y promovido prácticas de disposición responsables y sostenibles.

La cooperación con otros países latinoamericanos y amazónicos también ha sido un componente clave en los esfuerzos de Colombia para proteger sus recursos naturales. A través del Tratado de Cooperación Amazónica, Colombia ha trabajado junto a otras naciones en la conservación de la Amazonía, un ecosistema fundamental para la biodiversidad mundial y la estabilidad climática del planeta. Esta colaboración regional ha facilitado la implementación de proyectos de conservación y desarrollo sostenible en la Amazonía, lo que beneficia tanto al medio ambiente como a las comunidades locales que dependen de estos recursos. Gracias a este tratado, Colombia ha podido desarrollar programas conjuntos que fortalecen el rol de la Amazonía en la mitigación del cambio climático y en la preservación de la biodiversidad.

Por otro lado, acuerdos como el Convenio de Minamata y el Convenio de Rotterdam reflejan el compromiso de Colombia con la regulación y reducción de sustancias peligrosas. Estos tratados permiten al país establecer controles más estrictos sobre el uso de mercurio, pesticidas y productos químicos peligrosos, especialmente en sectores como la minería y la agricultura. Con la implementación de estas regulaciones, Colombia avanza hacia un modelo de desarrollo más seguro y responsable, lo que reduce los impactos negativos de estas sustancias en el medio ambiente y en la salud de sus habitantes.

La participación de Colombia en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) ha sido fundamental en la formulación de políticas de mitigación y adaptación frente al cambio climático. Bajo este marco, Colombia ha asumido compromisos en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y ha implementado iniciativas para aumentar la resiliencia de sus ecosistemas y comunidades ante eventos climáticos extremos. Este compromiso ha conducido al diseño de políticas específicas que contribuyen al desarrollo sostenible, al tiempo que protegen los recursos naturales y fortalecen la capacidad de adaptación de los sectores más vulnerables.

La adhesión de Colombia al Acuerdo de Escazú constituye un paso significativo hacia la transparencia y la justicia en temas ambientales. Este acuerdo, primero en su tipo en América Latina y el Caribe, garantiza a los ciudadanos el derecho al acceso a la información y a la participación en las decisiones que afectan el medio ambiente. Con esto, se asegura que las voces de la ciudadanía sean escuchadas y que los

derechos de los defensores del medio ambiente sean protegidos, lo que contribuye a una cultura de responsabilidad compartida y de respeto hacia el entorno.

Por último, la colaboración de Colombia con la comunidad internacional en el ámbito ambiental ha sido esencial para el fortalecimiento de sus políticas de protección de los recursos naturales. La implementación efectiva de estos tratados y convenios posiciona a Colombia como un referente en la conservación del medio ambiente y subraya su compromiso con un modelo de desarrollo sostenible. Al integrar las necesidades de crecimiento económico con la conservación del planeta, el país asegura un presente más seguro y saludable y sienta las bases para un futuro donde la biodiversidad y el bienestar de sus habitantes vayan de la mano. Su participación en estos acuerdos demuestra el liderazgo de Colombia en la protección ambiental y en la promoción de una gestión que armoniza las metas de sostenibilidad global con las realidades locales.

En el cuarto capítulo, la evolución de la legislación ambiental en Colombia refleja el compromiso del país por proteger su patrimonio natural y promover un desarrollo sostenible en medio de retos crecientes como el cambio climático, la deforestación y la explotación insostenible de recursos. A lo largo de las últimas décadas, se han logrado importantes avances en la consolidación de un marco normativo robusto que integra principios constitucionales, leyes específicas y compromisos internacionales. No obstante, los desafíos en la implementación y el cumplimiento efectivo de estas normativas dejan claro que aún queda un largo camino por recorrer.

Uno de los logros más destacados es la creación del Sistema Nacional Ambiental (SINA) mediante la Ley 99 de 1993, que permitió descentralizar la gestión ambiental y fortalecer la participación ciudadana en la toma de decisiones. Este enfoque inclusivo ha sido un pilar para garantizar que las políticas públicas se adapten a las necesidades y realidades de los territorios. Por su parte, el Decreto 1076 de 2015 representó un paso importante al consolidar las normativas existentes en un único cuerpo legal, lo que facilitó su consulta y aplicación y contribuyó a la transparencia y accesibilidad de la legislación.

En el ámbito internacional, la ratificación de acuerdos como el Protocolo de Kioto, el Convenio de Basilea y el Acuerdo de Escazú ha permitido al país alinear sus

políticas con estándares globales. Estos compromisos han incentivado la adopción de medidas más rigurosas en temas como la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, el manejo de residuos peligrosos y la justicia ambiental. Sin embargo, estos esfuerzos requieren fortalecerse en su implementación a nivel local, especialmente en regiones vulnerables con alta biodiversidad y en territorios afectados por actividades como la minería ilegal.

El papel de las instituciones nacionales, como el Ministerio de Ambiente, la ANLA y el IDEAM, ha sido determinante para la aplicación y seguimiento de las políticas ambientales. A través de planes estratégicos como el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático y los sistemas de monitoreo de ecosistemas, estas entidades han aportado una base científica y técnica esencial para la gestión de los recursos naturales. No obstante, es necesario aumentar su capacidad operativa y garantizar que sus esfuerzos alcancen de manera equitativa a todas las regiones del país, particularmente a aquellas más afectadas por los impactos ambientales.

Además, las comunidades indígenas y rurales han desempeñado un papel fundamental en la protección del medio ambiente, ya que aportan conocimientos tradicionales que complementan los enfoques técnicos y científicos. Este reconocimiento de su función constituye un ejemplo del potencial de la colaboración entre diferentes actores para lograr una gestión más integral y efectiva de los recursos naturales.

A pesar de estos avances, persisten desafíos que limitan el impacto pleno de la legislación ambiental. Entre ellos destacan las dificultades para hacer cumplir las normativas en territorios remotos, la falta de recursos para fortalecer las capacidades institucionales y los vacíos en educación ambiental de la población. Superar estas barreras requerirá un esfuerzo conjunto entre el gobierno, las instituciones, las comunidades y los sectores productivos para garantizar un equilibrio entre desarrollo económico, equidad social y sostenibilidad ambiental.

En conclusión, Colombia ha sentado bases sólidas para la protección del medio ambiente, pero la efectividad de su legislación depende de una implementación más rigurosa, de una mayor participación ciudadana y de una articulación más sólida entre los compromisos nacionales e internacionales. Con una estrategia que priorice estos aspectos y promueva la colaboración entre todos los sectores de la sociedad, el país tiene el potencial de consolidarse como un líder en gestión

ambiental a nivel global, lo que contribuiría no solo a la protección de su riqueza natural, sino también al bienestar de las generaciones presentes y futuras.

Para terminar, en el quinto capítulo, el uso de tecnología, soluciones, herramientas y aplicaciones articuladas con inteligencia artificial, IoT, automatización, dispositivos móviles e industrias 4.0 y 5.0 constituye un factor definitivo para la conservación de los ecosistemas y la protección de la biodiversidad y los recursos naturales, ya que permite el monitoreo en tiempo real, la identificación temprana de amenazas, la toma de decisiones informadas y la implementación de estrategias de conservación efectivas. Esta integración entre innovación tecnológica y conservación de ecosistemas presenta soluciones prometedoras para mitigar la deforestación, la caza furtiva, la contaminación y otros desafíos ambientales.

También es clave reconocer que la tecnología existente, por sí sola, no será efectiva mientras no se incentiven planes y políticas públicas de protección de ecosistemas en articulación con las comunidades y las personas. La colaboración entre científicos, gobiernos, organizaciones no gubernamentales y comunidades locales es fundamental, con la participación activa de todos los actores involucrados, para asegurar un futuro más resiliente y equitativo para los ecosistemas en todo el mundo.

Las tecnologías verdes ayudan a reducir impactos negativos en el entorno natural y a promover la sostenibilidad mediante energías renovables, transporte sostenible y edificaciones verdes, lo que representa una gran cantidad de beneficios asociados con la reducción de emisiones, la conservación de recursos naturales y la preservación de la biodiversidad. Esto constituye un desafío constante tanto para la tecnología como para las personas, pero es una lucha permanente hacia la promoción de su adopción y la concienciación sobre sus beneficios para la protección del medio ambiente y su sostenibilidad.

Es clave continuar con proyectos sostenibles y ecoambientales, además de impulsar la investigación, innovación y desarrollo en aspectos tecnológicos inspirados y creados para la naturaleza y su conservación, mediante diseños modulares y transportables que permitan recolectar datos de manera eficiente y mitigar sus efectos sobre el entorno. Esto busca mantener condiciones de seguridad ambiental en todas las etapas del proyecto: diseño, implementación, operación y actualizaciones.

Finalmente, debe primar la vida en cualquiera de los ecosistemas donde se desarrollen proyectos asociados con tecnología orientada a su protección. La naturaleza, los animales, la concientización, la educación y los valores en los seres humanos, así como la protección, conservación y avance en medidas estratégicas y alternativas tecnológicas coherentes para cualquier forma de vida, deben valorizar la fauna y la flora y permitir construir, desde la responsabilidad ambiental, proyectos comunitarios que puedan ser asimilados integralmente y llevados a la práctica con cuidado y protección ambiental.



COORDINACIÓN DE
PUBLICACIONES

Corporación Unificada Nacional
de Educación Superior