

**TRANSFORMANDO LA  
INGENIERÍA AMBIENTAL  
DESDE UNA MIRADA  
MATRICIAL DE LOS  
OBJETIVOS DE**

*DESARROLLO SOSTENIBLE*

**LEONARDO SARAVIA PARRA  
CARLOS EDUARDO ZULUETA CUEVA  
ARTURO FLORES CONDORI  
MIGUEL ANGEL TUPAC YUPANQUI ESQUIVEL**



**TRANSFORMANDO LA  
INGENIERÍA AMBIENTAL  
DESDE UNA MIRADA  
MATRICIAL DE LOS  
OBJETIVOS DE**

*DESARROLLO SOSTENIBLE*

**LEONARDO SARAVIA PARRA  
CARLOS EDUARDO ZULUETA CUEVA  
ARTURO FLORES CONDORI  
MIGUEL ANGEL TUPAC YUPANQUI ESQUIVEL**



## **Conselho Editorial**

Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva - UNIDAVI  
Prof. Dr. Astor João Schönell Júnior - IFFAR  
Prof. Dr. Alan Ricardo Costa - UFRR  
Prof. Dr. Allan Diêgo Rodrigues Figueiredo - UESPI  
Profa. Dra. Andréia Bulaty - UNESPAR  
Profa. Dra. Carla da Conceição de Lima - UFVJM  
Prof. Dr. Camilo Darsie de Souza - UNISC  
Profa. Dra. Clarice Caldeira Leite - UFRGS  
Profa. Dra. Cecilia Decarli - UFRGS  
Prof. Dr. Carlos Adriano Martins - UNICID  
Prof. Dr. Christian Dennys Monteiro de Oliveira - UFCE  
Profa. Dra. Dayse Marinho Martins - UFMA  
Prof. Dr. Deivid Alex dos Santos - UEL  
Prof. Dr. Dioni Paulo Pastorio - UFRGS  
Prof. Dr. Douglas Manoel Antonio de Abreu Pestana dos Santos - FASESP  
Profa. Dra. Elane da Silva Barbosa - UERN  
Profa. Dra. Elen Gomes Pereira - IFBA  
Profa. Dra. Francielle Benini Agne Tybusch - UFN  
Prof. Dr. Francisco Odécio Sales - IFCE  
Prof. Dr. Francisco Ricardo Miranda Pinto - UFCAT  
Prof. Dr. Gilvan Charles Cerqueira de Araújo - UCB  
Prof. Dr. Ismar Inácio dos Santos Filho - UFAL  
Prof. Dr. Leonardo Bigolin Jantsch - UFSM  
Profa. Dra. Liziany Müller Medeiros - UFSM  
Profa. Dra. Marcela Mary José da Silva - UFRB  
Prof. Dr. Mateus Henrique Köhler - UFSM  
Prof. Dr. Michel Canuto de Sena - UFMS  
Profa. Dra. Mônica Aparecida Bortolotti - UNICENTRO  
Prof. Nilton David Vilchez Galarza - UPLA  
Prof. Dr. Olavo Barreto de Souza - UEPB  
Prof. Dr. Rafael Nogueira Furtado - UFABC  
Prof. Dr. Roberto Araújo da Silva Vasques Rabelo - UNISANTOS  
Prof. Dr. Rodrigo Toledo - USCS  
Prof. Dr. Rodolfo Rodrigues de Souza - UERJ  
Prof. Dr. Sidnei Renato Silveira - UFSM  
Prof. Dr. Thiago Ribeiro Rafagnin - UFOB  
Prof. Dr. Tomás Raúl Gómez Hernández - UCLV

**Editor Chefe:** Ivanio Folmer

**Bibliotecária:** Aline Graziele Benitez

**Projeto gráfico e Diagramação:** Gabriel Eldereti Machado

**Imagem capa:** www.canva.com

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Transformando la ingeniería ambiental desde una  
mirada matricial de los objetivos de desarrollo  
sostenible [livro eletrônico] / Leonardo  
Saravia Parra...[et al.]. -- 1. ed. --  
Santa Maria, RS : Arco Editores, 2025.  
PDF

Outros autores: Carlos Eduardo Zulueta Cueva,  
Arturo Flores Condori, Miguel Angel Tupac  
Yupanqui Esquivel.

Bibliografia.

ISBN 978-65-5417-492-3

1. Ecologia 2. Engenharia ambiental  
3. Inovações tecnológicas – Aspectos sociais  
4. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)  
5. Sustentabilidade ambiental I. Parra, Leonardo  
Saravia. II. Cueva, Carlos Eduardo Zulueta.  
III. Condori, Arturo Flores. IV. Esquivel,  
Miguel Angel Tupac Yupanqui.

25-281632

CDD-628

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Engenharia ambiental 628

Aline Graziele Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129



10.48209/978-65-5417-492-3

Este livro é o resultado de uma pesquisa científica em atividades de ciência e tecnologia.  
O trabalho foi revisado por pares acadêmicos externo antes de ser publicado.



# CONTENIDO

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ÍNDICE DE TABLAS.....                                                                 | 7  |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                                                                | 8  |
| RESUMEN.....                                                                          | 9  |
| ABSTRACT.....                                                                         | 10 |
| INTRODUCCIÓN.....                                                                     | 11 |
| CAPÍTULO I.....                                                                       | 13 |
| SOSTENIBILIDAD.....                                                                   | 13 |
| 1.1. Introducción al concepto de sostenibilidad.....                                  | 14 |
| 1.2. Pilares de la sostenibilidad.....                                                | 15 |
| 1.2.1. Sostenibilidad económica.....                                                  | 17 |
| 1.2.2. Sostenibilidad social.....                                                     | 18 |
| 1.2.3. Sostenibilidad ambiental.....                                                  | 20 |
| 1.3. Principales índices de sostenibilidad.....                                       | 22 |
| 1.4. La economía circular como factor esencial para la sostenibilidad.....            | 24 |
| 1.5. Sostenibilidad y sustentabilidad: una mirada diferenciadora.....                 | 26 |
| CAPÍTULO II.....                                                                      | 28 |
| OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS).....                                         | 28 |
| 2.1. Desarrollo sostenible: nociones generales.....                                   | 29 |
| 2.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible: la Agenda 2030.....                          | 31 |
| 2.3. Matriz de análisis del desarrollo sostenible.....                                | 34 |
| 2.4. Las buenas prácticas en el marco de los objetivos del desarrollo sostenible..... | 36 |
| 2.5. Objetivos de Desarrollo Sostenible: avances y perspectivas.....                  | 39 |
| CAPÍTULO III.....                                                                     | 42 |
| EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y LA INGENIERÍA AMBIENTAL.....                               | 42 |
| 3.1. Ingeniería ambiental y su importancia en el mundo actual.....                    | 43 |

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3.2. Desarrollo sostenible: enfoque desde la ingeniería ambiental.....                   | 45 |
| 3.3. El rol de la ingeniería ambiental frente a los desafíos ambientales.....            | 48 |
| 3.4. Aportes de la ingeniería ambiental en el cumplimiento de los ODS.....               | 50 |
| CAPÍTULO IV.....                                                                         | 53 |
| LA INGENIERÍA AMBIENTAL EN EL MARCO DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.....       | 53 |
| 4.1. Metodología.....                                                                    | 54 |
| 4.2. Resultados.....                                                                     | 57 |
| 4.3. Discusión.....                                                                      | 62 |
| 4.4. Conclusiones.....                                                                   | 66 |
| CAPÍTULO V.....                                                                          | 67 |
| INGENIERÍA AMBIENTAL EN LA SOSTENIBILIDAD.....                                           | 67 |
| 5.1. Tecnologías sostenibles para la mitigación del impacto ambiental.....               | 68 |
| 5.2. Impacto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el ambiente y la sociedad..... | 71 |
| 5.3. Aporte de la ingeniería ambiental en la conservación del medioambiente .....        | 74 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                                          | 76 |
| SOBRE LOS AUTORES.....                                                                   | 89 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1.</b> Principios clave que guían la economía circular (10R).....                       | 25 |
| <b>Tabla 2.</b> Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....                             | 32 |
| <b>Tabla 3.</b> 10 prácticas de sostenibilidad empresarial para impulsar un negocio<br>.....     | 37 |
| <b>Tabla 4.</b> Crecimiento económico en Latinoamérica.....                                      | 40 |
| <b>Tabla 5.</b> El papel fundamental de la ingeniería en los ODS.....                            | 51 |
| <b>Tabla 6.</b> Bases de datos y palabras clave de búsqueda.....                                 | 56 |
| <b>Tabla 7.</b> Cuadro de artículos seleccionados.....                                           | 57 |
| <b>Tabla 8.</b> Retos para lograr el desarrollo sostenible desde la ingeniería<br>ambiental..... | 64 |
| <b>Tabla 9.</b> Formas innovadoras en el aprovechamiento de materiales.....                      | 65 |
| <b>Tabla 10.</b> Modelos efectivos de reutilización de materiales.....                           | 65 |
| <b>Tabla 11.</b> Ejemplos de tecnologías sostenibles que minimizan el impacto<br>ambiental.....  | 69 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                            |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Las tres dimensiones del desarrollo sostenible.....                                       | 30 |
| <b>Figura 2.</b> Análisis DAFO ODS.....                                                                    | 35 |
| <b>Figura 3.</b> Diagrama de flujo Prisma.....                                                             | 56 |
| <b>Figura 4.</b> Relaciones de co-ocurrencia de palabras clave de la base de datos generado en Scopus..... | 61 |
| <b>Figura 5.</b> Progresión porcentual de la publicación de artículos seleccionados .....                  | 62 |
| <b>Figura 6.</b> Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce según el total de recursos.....         | 73 |



## RESUMEN

La ingeniería ambiental desempeña un papel fundamental en la búsqueda de soluciones innovadoras para los desafíos ecológicos y sociales, ya que se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para promover un equilibrio entre el progreso tecnológico, la conservación del medioambiente y el bienestar humano. Es por ello que la presente investigación tiene como objetivo analizar cuáles son las contribuciones de la ingeniería ambiental, los cambios establecidos para alcanzar la sostenibilidad y los estudios relacionados con el tema en cuestión. Se ha elaborado una revisión sistemática basada en la metodología Prisma, y se estableció una búsqueda de información a través de las bases de datos Google Académico y Scopus. Esto dio como resultado un total de 1379 textos que pasaron por un proceso de selección y descarte a partir de criterios de inclusión y exclusión, lo que dio un total de 15 artículos para ser analizados. Estos artículos manifiestan los procesos técnicos de la ingeniería ambiental y los criterios de su proceder dentro de los entornos naturales. Se concluye que las tecnologías pueden facilitar la evaluación, predicción e intervención de la ingeniería ambiental en la naturaleza, los programas educativos universitarios pueden fomentar prácticas positivas en el medioambiente, y el desarrollo de modelos de regeneración de materiales favorece al alcance del desarrollo sostenible.

**Palabras clave:** ingeniería ambiental, ODS, desarrollo sostenible, naturaleza, medio ambiente.

## ABSTRACT

Environmental engineering plays a fundamental role in the search for innovative solutions to ecological and social challenges, as it is aligned with the Sustainable Development Goals (SDGs) to promote a balance between technological progress, environmental conservation and human well-being. That is why the present research aims to analyze what are the contributions of environmental engineering, the changes established to achieve sustainability and the studies related to the topic in question. A systematic review has been elaborated based on the Prisma methodology, and a search for information was established through the Google Scholar and Scopus databases. This resulted in a total of 1379 texts that went through a selection and discarding process based on inclusion and exclusion criteria, resulting in a total of 15 articles to be analyzed. These articles show the technical processes of environmental engineering and the criteria for their procedure within natural environments. It is concluded that technologies can facilitate the evaluation, prediction and intervention of environmental engineering in nature, university educational programs can promote positive practices in the environment, and the development of models of regeneration of materials favors the achievement of sustainable development.

**Keywords:** environmental engineering, SDGs, sustainable development, nature, environment.

## INTRODUCCIÓN

Con la declaración de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y las 169 metas concretas a desarrollar con miras al 2030, se generó un compromiso global de orden trascendental, en el cual el sector privado está llamado a jugar un papel fundamental no solo en la recuperación de los ecosistemas, sino también en estrechar aquellas brechas provocadas por un modelo económico que mira la prosperidad en la opulencia financiera. A través de esta revisión, se propone repasar los aspectos más significativos de la relación entre los términos de sostenibilidad y desarrollo socioeconómico, pero en el marco de una educación ambiental representada en la ingeniería ambiental, una disciplina encargada de la protección del ser humano contra los efectos contaminantes más adversos.

El aporte que brinda la ingeniería ambiental al logro de los objetivos de las Naciones Unidas radica en su reconocimiento como componente integral de la educación de calidad y facilitadora clave del desarrollo sostenible y sustentable. Así pues, debido a su enfoque flexible y adaptable, los especialistas pueden ajustar sus proyectos a un ámbito siempre dinámico y diverso en el cual es común identificar diversas ubicaciones, desafíos y contextos heterogéneos. El punto de inflexión radica justamente en saber aprovechar la diversidad del entorno para exponer perspectivas, conceptos y tecnologías innovadoras que ayuden a mejorar las condiciones de vida de las comunidades, el manejo ecoamigable de los recursos y un progreso económico responsable.

Si bien existe un creciente reconocimiento internacional en el campo académico para los temas vinculados con la sostenibilidad de los ODS, aún resta implementar estos criterios de manera transversal en el sistema educativo en todos sus niveles. Para los propósitos de este trabajo, resulta indudable que el crecimiento de la productividad y competitividad de las naciones se basa en conocer los principios de sostenibilidad en las ingenierías. Por lo tanto, el reto de la ingeniería radica en generar acciones que garanticen la satis-

facción de las demandas humanas y ambientales, atacando la pobreza, procurando respuestas viables a las emergencias o reconstruyendo infraestructuras, pero también debe apuntar a la promoción del conocimiento universal y la colaboración intercultural.

# **CAPÍTULO I**

## **SOSTENIBILIDAD**

La relevancia que actualmente posee la sostenibilidad se remonta al siglo pasado, cuando los temas del calentamiento global o la contaminación ambiental empezaron a ser más notables en la sociedad. Ahora se ha convertido en una estrategia de carácter fundamental para cualquier tipo de organización que busque fortalecer su crecimiento y perdurabilidad en el mercado. La noción de progreso sostenible en el marco de las iniciativas comerciales remite al uso adecuado y equilibrado de los recursos naturales, de manera que no afecte su disposición para las futuras generaciones. Por ende, implica una profunda conciencia sobre el impacto del comportamiento y las actividades humanas en la naturaleza.

El concepto de sostenibilidad y el cuidado del medioambiente se justifican mutuamente, ya que todo lineamiento concebido bajo esta relación debe priorizar un desarrollo económico que promueva el bienestar social y la conservación y restauración de los ecosistemas. Es decir, un medioambiente sano y sustentable depende de adoptar políticas y acciones que fomenten una educación ambiental y la participación ciudadana en la toma de decisiones relacionadas con el mantenimiento de recursos naturales, el empleo de fuentes de energía limpias, la reducción de la contaminación y la conservación de la biodiversidad. Así pues, la sostenibilidad ambiental se convierte en el centro de un amplio abanico de temas clave para garantizar la existencia de todo ser vivo en el planeta.

Las estadísticas demuestran el gran interés de las gerencias corporativas por incluir en sus planes este concepto; e inclusive revelan cómo los proyectos desligados de las cuestiones ambientales y sociales resultan menos convincentes y atractivos para los profesionales en general. Esta tendencia se ve reflejada en la promulgación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (ONU), los cuales no solo se enfocan en los aspectos

ambientales, sino que procuran una mirada integral para abordar las metas de inclusión e igualdad de género, el empoderamiento de la mujer, terminar con la pobreza en el mundo, entre otros, que ponen de relieve la sostenibilidad como un término que resume una serie de criterios sociales, ambientales y de gobierno corporativo (ESG).

## **1.1. Introducción al concepto de sostenibilidad**

La supervivencia del planeta pasa por lograr un estilo de vida y un cambio de mentalidad que permita asegurar un mundo más sostenible; es decir, implica satisfacer las demandas de hoy sin comprometer las oportunidades de las nuevas generaciones (BBVA, 2025). En tal escenario, las compañías gozan de una posición privilegiada y poder para encauzar las decisiones económicas y el quehacer productivo de un país hacia un equilibrio favorable entre el crecimiento financiero, el respeto al medioambiente y el progreso social.

Desde la adopción de la Agenda 2030 en 2016, la cantidad de empresas que contribuyen a los Objetivos y Metas de Desarrollo Sostenible (ODS) aumentó de un 32 % inicial hasta un 85 % en 2021 (Red Pacto Mundial España, 2023). Tales cifras revelan una tendencia positiva por hallar maneras responsables de hacer negocios; sin embargo, la construcción de una política social aún endeble en muchos territorios detiene la institucionalización de compromisos a largo plazo que optimicen la calidad de vida de los ciudadanos.

Esta carencia de legitimidad social se ve afectada, además, por una seguidilla de abruptos cambios de orientación política, junto a una limitada capacidad de coordinación entre los actores gubernamentales y la poca claridad en los propósitos (ONU, 2019). A pesar de los obstáculos, es importante destacar ese considerable porcentaje de negocios y la convicción de sus gerencias de apostar por un legado beneficioso y duradero, lo cual conduce a pensar que alcanzar un crecimiento responsable depende de contar con líderes empresariales que transformen sus modelos comerciales en unos más sostenibles.

El liderazgo sostenible implica un proceso de gestión dirigencial de alto impacto a través del cual se involucra a otros en acciones que generen grandes beneficios en la sociedad y el mundo, sin dejar de lado los objetivos y reque-

rimientos de las compañías. Un líder del cambio no solo busca el éxito a corto plazo, sino que procura crear una cultura empresarial consciente sobre los efectos de sus procesos en el entorno. Este primer paso le permitirá crear un modelo de negocio sostenible, rentable y ético.

Este conjunto de valores, ideales, fines y actitudes compartidos en todos los niveles de la empresa es prioritario para la transformación y humanización de una operativa comercial sostenible y próspera, capaz de beneficiarse de la innovación y no del agotamiento de los recursos de los territorios donde funciona la entidad (Cajiga, 2022). Los líderes, por tanto, deben promover la construcción de un tejido social empresarial que conecte la cadena de valor de un extremo a otro con el objeto, los usuarios y los procedimientos.

Es fundamental que las compañías tengan una comprensión holística de su entorno, en la cual se incluyan las emociones de las personas y la estructura social. Solo así será posible asumir un liderazgo integrado con la sostenibilidad, orientado a la rentabilidad económica, pero con el uso de tecnologías limpias y la transparencia de las acciones productivas. La innovación sostenible debe ser hoy, más que nunca, una cualidad en las decisiones diarias, y los comercios no son la excepción, en especial, debido a sus múltiples ventajas.

La innovación no solo aborda el desarrollo de productos ecológicos; involucra sobre todo el repensar completamente los modos de hacer negocios como eje clave para el éxito del futuro empresarial. Los corporativos que abracen la sostenibilidad como punto central de su planeamiento prosperarán en un mercado inestable, beneficiándose de la atracción y retención de profesionales concienciados, el acceso a nuevos mercados e instrumentos de financiación sostenible, además de gestionar potenciales riesgos y adecuarse a nuevas normativas y oportunidades que surgirán en un mundo más resiliente (Cerdán, 2024).

## **1.2. Pilares de la sostenibilidad**

A propósito de la Agenda 2030 de la ONU, se abordan una serie de dimensiones vinculadas con las personas, el planeta, la paz, la prosperidad y la participación colectiva, en un escenario donde la acción humana afecta la su-

pervivencia de las especies y el clima mundial con daños irreversibles a nivel socioeconómico y ambiental (European Central Bank, 2021). Si bien los recientes episodios bélicos podrían retrasar la aplicación de políticas que mitiguen los efectos de la contaminación (Ormeño et al., 2022), las ODS ofrecen un marco referencial para que las empresas definan su compromiso frente a los desafíos planetarios de hoy.

Lograr un sistema económico circular, que maximice los recursos disponibles en pos de un ciclo productivo sostenible, parte de hallar un punto de equilibrio entre lo social, lo económico y lo ambiental. Aunque este proyecto es un punto esencial en la discusión del ejercicio comercial, en un planeta vulnerable frente a pandemias, guerras y destrucción, se pone de relieve lo determinante que será apostar por una inversión medioambiental, aunque no de manera exclusiva, sino, y con mucha fuerza, el tema social se verá implícito.

En las últimas décadas surgieron conflictos armados en más de dos terceras partes de los principales puntos de biodiversidad del mundo, y al menos el 40 % de estos sucesos están vinculados con la extracción de madera, oro, petróleo, agua o tierra fértil, en una evidente explotación de la biosfera y que pone en riesgo su conservación (Fundación Aquae, 2020). Los dilemas presentes entre estos ejes, ahora develados por la crisis humanitaria fruto de la COVID-19 y la invasión a Ucrania, muestran la urgencia de lograr un sistema económico resiliente y una inversión en sostenibilidad protagonista en la reconstrucción financiera global.

En los últimos años, ha existido un creciente interés por las inversiones sostenibles, sobre todo en Europa, cuyos reportes revelan indicadores de rentabilidad positivos y alineados con uno de los ejes del modelo económico sostenible; sin embargo, muchos de los bienes ecoamigables resultan de una producción sociodestructiva. Tal parece que, para hablar de una inversión más integradora de los ejes social, ambiental y económico que integran la sostenibilidad, será crucial apuntar a los dos últimos debido a su actual impacto mundial y con énfasis en el buen gobierno corporativo (Gutiérrez, 2022).



### **1.2.1. Sostenibilidad económica**

Lograr el desarrollo sostenible es una aspiración de primer orden para el colectivo internacional; sin embargo, a pesar de los importantes avances en la lucha contra la pobreza, la defensa del medioambiente, la educación y otros ámbitos, aún se está muy lejos de cumplir con el propósito inicial. En medio de estos compromisos integrales, la variable económica no puede darle la espalda a la sociedad y contribuir a mejorar el bienestar humano mediante una gestión proporcionada y justa de los recursos limitados del ecosistema.

Por otro lado, la sostenibilidad económica remite al conjunto de actividades y decisiones que sostienen el progreso financiero de un país y las organizaciones locales en función al desarrollo, protección y mejora de los elementos medioambientales, sociales y culturales. Sin embargo, este enfoque no atiende solo a la competitividad y eficiencia productiva del negocio, sino que también lleva implícita la necesidad de invertir en la investigación, el desarrollo y la innovación como campos determinantes para una administración sostenible (Escuela Superior de Comercio Internacional [ESCI]-Universitat Pompeu Fabra [UPF], 2020).

Hoy en día, empresas y Gobiernos son más conscientes a la hora de estimular prácticas de sostenibilidad financiera que reduzcan los efectos negativos sobre el medioambiente y la demografía. Muchas de estas evaluaciones tienen un carácter cualitativo, asociado con el uso de los insumos de la naturaleza contrastados con métricas generales como el producto bruto interno (PBI) o la economía regional, así como los efectos a largo plazo, fruto de la intervención con respecto a los intereses y beneficios de las partes involucradas.

De esta forma, el crecimiento económico pone foco en la eficiencia de los recursos basado en la sustitución gradual de los recursos no renovables, la reutilización y la precaución en el empleo de materias primas escasas en el hábitat. En términos de conceptualización, la sostenibilidad económica deja de considerar exclusivamente a indicadores que responden a incrementos cuantitativos para justificar iniciativas orientadas a implementar métodos de producción y consumo que reduzcan las emisiones de gases contaminantes, fuentes de energía alternativas, un comercio más justo, entre otros.

Así pues, se presenta un marco para responder a las necesidades de la sociedad e impulsar beneficios comunitarios y medioambientales perdurables en el tiempo, a partir de políticas financieras corporativas sostenibles que canalicen la inversión en activos de menor riesgo y gran rentabilidad, pero circunscritas a las estrategias de los ODS (Hidalgo, 2022). Este desarrollo económico supone, además, una labor transdisciplinaria que transita entre el desempeño financiero, el correcto empleo de recursos y la aprobación social del grupo humano objeto de inversión a fin de corregir las desigualdades y proteger el ecosistema.

La economía sostenible no es una aplicación diligente, por el contrario, se trata de un proceso que requiere del compromiso, la responsabilidad y la capacidad de las autoridades políticas y las altas gerencias para mantener la estabilidad económica dentro de un equilibrio estacionario. El reto de adscribirse a nuevas oportunidades de innovación permite favorecer el desarrollo económico sostenible de la empresa, valor compartido para todas las partes interesadas y un impacto neto positivo que aporte al cambio social (Boria-Reverter *et al.*, 2021).

Igualmente, es fundamental reparar en cómo determinados factores condicionan el avance de una economía sostenible. Además de los choques aleatorios en la población, el avance tecnológico y los cambios en las preferencias del consumidor, se juntan la falta de capital y recursos e inclusive la poca motivación de ciertos actores como las principales barreras para implementarla. Por lo mismo, se deben incitar políticas de desarrollo inclusivo que protejan el empleo y garanticen el acceso ciudadano, eliminando esquemas tendenciosos que distorsionan la economía y el bienestar del poblador (Martínez *et al.*, 2022).

### **1.2.2. Sostenibilidad social**

El carácter social del progreso sostenible forma parte de las dimensiones resumidas en el informe Brundtland del año 1987, un documento que responde al malestar causado por el aumento del nivel de vida de la población mundial y la industrialización, responsables del continuo deterioro del planeta. Si bien el concepto no es nuevo, hasta ahora es complicado llegar a un

consenso sobre su real significado, sobre todo porque sus indicadores giran en torno a cuestiones más cualitativas e indefinidas, lo cual conduce a cierta complejidad en la aplicación de sus sistemas de medición y de análisis.

En concreto, la sostenibilidad social se refiere a la identificación y la gestión proactiva de los impactos corporativos en la cohesión, estabilidad y el desarrollo de las comunidades; es decir, se pone atención a la calidad de las relaciones y el compromiso de una compañía con su cadena de valor, los clientes y la población local (United Nations Global Compact, 2015). Por añadidura, también se le asocia con la ampliación de oportunidades para todos a lo largo del tiempo, y junto con la sostenibilidad económica y ambiental, representa un eje clave en la lucha contra la pobreza y la promoción de la prosperidad compartida.

Los retos de la sostenibilidad social son más desafiantes cuando se aplican a sectores muy vulnerables, pobres, con inequidad o en situación de desventaja (Lara-Hernández y Melis, 2018). La noción de reparto justo de la riqueza en un territorio o equidad espacial, si bien es una parte diminuta de la sostenibilidad social, conlleva propuestas sólidas de impacto local y regional; sin embargo, la satisfacción de las necesidades básicas y sus posteriores beneficios muchas veces son medidas orientadas a crear conciencia social en detrimento de robustecer el tejido social; esta es una crítica muy común al concepto de sostenibilidad social.

En ciertas regiones, especialmente de América Latina y el Caribe, se han logrado avances valiosos respecto del tema de la inclusión de pueblos indígenas, lo cual ha generado los respectivos marcos jurídicos locales o ratificado convenios internacionales sobre derechos humanos para el reconocimiento de tales grupos. Estas propuestas constituyen un excelente marco de referencia para aprovechar las oportunidades de la sostenibilidad social; aun así, dejan dudas sobre cómo canalizar los financiamientos públicos y el empleo de los instrumentos técnicos que permitan cumplir con las estrategias nacionales de desarrollo e integración.

El Inter American Development Bank (IDB), citado en Martínez (2018), brindó una nota técnica con premisas guía que faciliten la evaluación del im-

pacto social de los proyectos de desarrollo. En primer orden, la documentación y análisis exhaustivo del contexto y los posibles impactos de las estrategias, seguido de una dimensión participativa vinculada al profundo compromiso con los actores interesados; y la gestión de ambos factores previos incluidos en las decisiones durante las fases de preparación y aplicación. Asimismo, es la integración social la variable de mayor incidencia entre los indicadores de sostenibilidad social y, por lo mismo, debería ser el pilar de las políticas públicas.

Cabe resaltar que el bienestar social es indispensable para lograr la sostenibilidad del planeta, mejorar las formas de organización e inclusión social y las posibilidades de los pueblos excluidos. Esta realidad debe estar muy presente en el comportamiento diario de los individuos y las empresas como miembros de una comunidad. Precisamente, los negocios cumplen un rol crucial sobre la dimensión social del desarrollo sostenible, procurando que sus operativas no afecten a las personas y poblaciones, ajustando medidas que eviten costes humanos, y propiciando la seguridad y el bienestar de los trabajadores.

El desarrollo social implica lograr una conciencia global basada en prácticas responsables e inclusivas. Para ello, es necesario atender la interacción y participación de las personas en la toma de decisiones, así como la justa distribución de los beneficios del desarrollo, sin olvidar la injerencia del criterio político-institucional. Si bien la dimensión social se apoya en el mantenimiento de la cohesión social y su capacidad para apuntar al bien común (Puentes *et al.*, 2021), la medición de sus indicadores sigue siendo un elemento poco desarrollado debido a que se sustenta en modelos cualitativos bastante complejos.

### **1.2.3. Sostenibilidad ambiental**

La posibilidad de un crecimiento económico sostenido, siguiendo políticas basadas en el cuidado, resguardo y valimiento del ecosistema, es una propuesta condicional cuyo éxito depende inicialmente de la voluntad política (Universitat Politècnica de València [UPV], s.f.). Aunque el compromiso por un manejo responsable del insumo medioambiental está garantizado en las constituciones locales, la pandemia cuestionó su uso racional dejando al debate si la protección del ecosistema debería ser un derecho fundamental o solo un eje

guía de las estrategias públicas que amenazan la supervivencia del ser humano.

La sostenibilidad ambiental remite a la capacidad de conservar la infraestructura natural en la operación de actividades económicas que cubran las demandas actuales, sin afectar la disponibilidad de recursos futuros. En esa línea, el Consejo Nacional de Competitividad y Formalización [CNCF] (2020) entiende que el correcto uso de los recursos naturales y la adopción de mecanismos responsables de producción incide en la competitividad y el desarrollo de la productividad de la economía, pues previene su extinción y minimiza la contaminación ambiental, además de preservar la salud de las personas.

Resulta esencial emprender acciones de adaptación y mitigación de los efectos del cambio climático, partiendo de la premisa de una probable armonía y complementariedad con el desarrollo económico y social de la humanidad. Su cumplimiento apunta, por ende, hacia la promoción de la economía circular en los mercados mediante métodos de producción y patrones de consumo ecoeficientes, promover soluciones más limpias para el desarrollo productivo comercial de alto impacto en la economía nacional e impulsar capacidades e instrumentos para la puesta en valor de los recursos naturales y servicios ecosistémicos.

Las normas gubernamentales diseñadas para proteger el ambiente deben asegurar la prosperidad económica del entorno inmediato, sobre todo cuando existen recursos no renovables y hay presencia de contaminación de la tierra, fauna y el agua. Cualquier daño a la naturaleza perjudica siempre al ser humano y mermará los intereses ambientales y socioeconómicos. Así lo señala Requena (2019) cuando afirma que cualquier directriz de protección debe estar conformada por medidas a favor de la integridad de los espacios naturales e impulsar beneficios directos a la población aledaña.

Las amenazas del cambio climático, la deforestación y contaminación hablan de un futuro inhóspito e irreversible, siempre que la humanidad persista en la trayectoria actual. Por lo mismo, la sostenibilidad social encierra los conceptos de perdurabilidad, administración eficiente y restauración que las compañías recogen como parte esencial de sus estrategias y operaciones. Así pues, al priorizar la sostenibilidad, los negocios tienen la posibilidad de reducir

costes debido al uso eficiente de recursos, aprovechar nuevas oportunidades de mercado y mejorar su reputación frente a un consumidor cada vez más preocupado en elegir productos y servicios en función de la huella ambiental de una empresa.

### **1.3. Principales índices de sostenibilidad**

En el mercado bursátil existen variables que han adquirido un protagonismo semejante al de las acciones ordinarias, convirtiéndose en un factor clave de la economía global. De acuerdo con Medina (2024), los índices de carácter sostenible son valores sociales, medioambientales y de gobernanza corporativa cobijados por organizaciones que cotizan en bolsa para acreditar una gestión responsable. En otras palabras, se trata de indicadores financieros que resultan de un riguroso proceso de análisis y selección para incorporar a empresas que toman decisiones basadas en criterios de sostenibilidad.

En la actualidad, los índices selectivos de cotización en sostenibilidad aportan una gama de información a los inversores y minoristas para identificar aquellos negocios realmente comprometidos con la práctica sostenible. Mediante ellos, es posible medir la rentabilidad y el impacto de su decisión de compra de acciones, además de los resultados económicos y el peso de la responsabilidad corporativa en la gestión cotidiana de la marca (Fernández, 2025). En el mundo se han diseñado múltiples índices con diversas variables, y otros solo abocados a uno de los tres aspectos de la sostenibilidad; los de mayor acogida son:

#### ***Dow Jones Sustainability Index***

Creado en 1999, también se le conoce por sus siglas DJSI y tiene como función reconocer y valorar las mejores prácticas en sostenibilidad de las corporaciones que cotizan en bolsa. Para formar parte de este índice mundial, las empresas se someten a un análisis que realiza la compañía RobecoSAM basado en tres dimensiones —económica, medioambiental y social—, cada una con un determinado peso acorde al impacto sobre determinado nicho. El cuestionario de ciento cincuenta preguntas revisa al detalle las políticas, tablas salariales, conducta, formación, equidad, entre otros datos de la empresa.

De hecho, estos indicadores, que suman un total de seiscientos, son considerados los más exigentes a nivel internacional. Tras esta selecta clasificación, indica Virguili (2021), se acumulan una serie de criterios e información solicitada voluntariamente a los negocios de considerable capitalización bursátil para la elaboración de subíndices por región y de los mercados emergentes. A la fecha, estos índices globales son muy requeridos por los grupos de inversionistas y gestores de portafolio desde hace más de veinte años.

### ***FTSE4Good Index***

Este índice de sostenibilidad pertenece a la proveedora global FTSE Russell, la cual hace uso de una metodología integral compuesta por diferentes variables. Esta metodología se basa prioritariamente en información pública disponible de las corporaciones respecto de sus prácticas sostenibles, lo cual asegura la credibilidad y transparencia del análisis (DoGood People, 2021). La evaluación incluye más de trescientos indicadores en catorce temáticas distintas, basadas en los conceptos de medioambiente, social y gobierno corporativo. Esta evaluación se actualiza cada seis meses para incluir nuevas rúbricas que mejoren su desempeño.

Además de los índices señalados, existen otros más que captan el interés de los inversores en el mundo debido a su estricta selección de criterios, entre ellos se pueden mencionar a Domini 400 Social Index, los ESG ratings de MSCI, ESG rating de Morningstar. Calvert Social Index, S&P ESG India, MSCI ESG, por decir algunos. Su implementación no solo supone grandes beneficios, también conlleva riesgos a tomar en cuenta. Apunta Viñuales (2025) que una dificultad podría asociarse con problemas de comunicación interna en la empresa, además de los altos costos para mantener un sistema de gestión sostenible.

La demanda de índices de sostenibilidad fiables ha llevado a que diversas compañías de corte independiente a cargo de metodologías de evaluación periódica posibiliten una correcta selección de las mejores empresas en el quehacer económico, medioambiental y social. Al cumplir con los criterios de sostenibilidad, los negocios experimentan impactos positivos (Albuquerque *et al.*, 2019) en las prácticas responsables, su liquidez bursátil, el acceso a nuevas oportunidades de financiamiento, alta rentabilidad en bolsa y reputación corporativa, que coloca a las organizaciones en una posición diferenciada en el mercado.

## **1.4. La economía circular como factor esencial para la sostenibilidad**

El actual modelo económico lineal sostenido en el tradicional concepto de tomar, hacer y descartar, se caracteriza por ser despilfarrador y extractivista, pues involucra la utilización de grandes cantidades de materiales y energía baratos de fácil acceso. La obsolescencia y mal funcionamiento de este programa terminaron por hacerlo responsable en gran medida del cambio climático y el agotamiento de los recursos; sin embargo, con el progreso de la tecnología se abren las puertas a una economía circular y un desarrollo productivo que no dependa exclusivamente de abuso de la naturaleza y la generación de residuos.

La economía circular es clave para lograr la sostenibilidad ambiental, ya que se trata de un ciclo de producción y consumo que prioriza el reciclaje y la reutilización de productos para alargar su vida útil y devolverlos al mercado con un valor añadido (BBVA, 2024). Por lo tanto, implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar aquellos productos las veces que sea posible con el propósito de crear objetos de una manera menos invasiva. Ello no solo reduce el gasto desmesurado de recursos y la contaminación, además permite a la naturaleza tomarse el tiempo justo para poder regenerarse.

Esta fórmula innovadora que aboga por los materiales biodegradables genera importantes beneficios al medioambiente, ralentizando el uso de insumos naturales, la pérdida constante de biodiversidad y las emisiones anuales totales de gases de efecto invernadero. A la par, prácticas como el reciclaje de productos limita la demanda de materias primas finitas que impactan en los riesgos asociados al suministro; entre ellos aparecen la volatilidad de los precios y la disponibilidad y dependencia de las importaciones.

Igualmente, el rediseño de productos para un uso sostenible podría impulsar la innovación y el crecimiento de los distintos ámbitos de la economía, causando la aparición de nuevos puestos laborales y la competitividad de los sectores productivos. Además, el consumidor tendría a disponibilidad productos de mayor durabilidad que les permitirán ahorrar a largo plazo y destinar su dinero a otros asuntos en pos de una mejor calidad de vida (European



Parliament [EP], 2023). Más del 80 % del impacto ambiental de productos se genera en la fase inicial de diseño, pero transitar hacia la fabricación de otros productos sostenibles reduciría considerablemente el consumo de energía y recursos.

**Tabla 1.** *Principios clave que guían la economía circular (10R)*

|                |                                                                  |
|----------------|------------------------------------------------------------------|
| Rechazar       | Evitar productos que no cumplen con criterios de sostenibilidad. |
| Repensar       | Diseñar productos para maximizar su uso y reducir residuos.      |
| Reducir        | Optimizar el uso de materiales y recursos.                       |
| Reutilizar     | Dar un segundo uso a productos o componentes desechados.         |
| Reparar        | Alargar la vida útil de productos a través de mantenimiento.     |
| Restaurar      | Renovar productos para que vuelvan a funcionar como nuevos.      |
| Remanufacturar | Convertir componentes usados en productos con la misma función.  |
| Reciclar       | Transformar desechos en materias primas para nuevos productos.   |
| Recuperar      | Aprovechar materiales no reciclables para obtener energía.       |
| Rediseñar      | Incorporar la sostenibilidad en el diseño desde el inicio.       |

*Nota.* Tomado de Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas [UPC] (2025).

Entre otros datos, Albaladejo *et al.* (2021) han revisado algunas investigaciones y cálculos que sugieren que asumir un nuevo paradigma sostenible en la economía provocaría ventajas sustanciales netas de 1,8 billones de euros en el mercado bursátil europeo proyectados al 2030. En ese trayecto, sería factible suscitar un valor anual de aproximadamente 624 mil millones de dólares en la India para el año 2050, mientras que en América Latina adoptar una economía circular significaría un aumento neto de 4,8 millones de puestos de trabajo, siempre que se aprovechen las oportunidades de la innovación técnica 4.0.

Hoy en día, los sistemas digitales de análisis, la inteligencia artificial (IA), el *big data* o *blockchain* son esenciales en el cambio hacia las operaciones comerciales sostenibles, las cuales no son ya una opción, sino un componente determinante del éxito empresarial. Por lo mismo, a medida que se acerca el

2030, los corporativos deberán implementar procesos eficientes, limpios, seguros y ecoamigables apoyados en la digitalización, recopilación y análisis de información ligada a las dinámicas de consumo con el propósito de optimizar la circularidad de la cadena de suministro y liderar la innovación en el diseño, fabricación, reutilización y reparación de los productos para tener una favorable cuota de mercado.

## **1.5. Sostenibilidad y sustentabilidad: una mirada diferenciadora**

El compromiso y la preocupación global por el cuidado del ecosistema deja poco margen de actuación rumbo al 2030, un año clave en el marco del Acuerdo de París respecto a la reducción significativa del 43 % de las emisiones de CO<sub>2</sub> y limitar el calentamiento global a +1,5 °C (Fraccaro, 2024). La necesidad de reacciones expeditas, decisivas y sostenidas para contrarrestar los efectos del cambio climático, obliga a plantear las estrategias bajo los conceptos de sustentabilidad y sostenibilidad a efectos de lograr una transición verde que garantice la supervivencia de la vida en el planeta.

En el contexto actual de limitar el aumento de la temperatura global, es importante adoptar medidas en todos los niveles de la sociedad, por ello, en las distintas acciones del Gobierno, las instituciones privadas y la vida civil cotidiana, es indispensable el uso de los términos “sustentabilidad” y “sostenibilidad”. El primer término se enfoca en la capacidad de prosperar sin afectar la reserva de los recursos naturales presentes y futuros (Rizo, 2023); en tal sentido, la relación entre el crecimiento del consumo humano, la resiliencia del hábitat y las medidas para mitigar el daño contaminante establecen este criterio de sustentable.

De otro lado, la sostenibilidad es un concepto aparecido en el Informe Brundtland de 1987, que remite a la promoción del desarrollo social y económico a partir de la protección y el uso racional de los recursos. En otras palabras, contempla todos los procesos humanos en un ambiente de bienestar equitativo y globalidad, lo cual implica pensar que la naturaleza no es una fuente inagotable de energía y materias primas. Así pues, resulta indispensable propiciar la

cohesión entre comunidades y culturas para lograr niveles satisfactorios en la calidad de vida, sanidad, educación y otras dimensiones a largo plazo.

Si bien ambos conceptos coinciden en su compromiso con el entorno, su diferencia radica en que lo sostenible puede mantener o sostener el equilibrio en la parte social, económica, política, cultural y ambiental con el objetivo de lograr un cambio profundo. De otra parte, el desarrollo sustentable prioriza en la defensa y el uso racional de los recursos en pos de mejores condiciones sin afectar a las generaciones siguientes. En resumidas cuentas, algo sostenible cumple con una serie de estándares que favorecen un contexto más respetuoso con el planeta, y lo sustentable se mantiene en el tiempo si se trata de forma adecuada.

Finalmente, estos dos términos adquieren sentido dependiendo de las circunstancias y su uso específico. En dicho aspecto, la Universidad Católica del Maule (2024) señala que la sostenibilidad se emplea con mayor frecuencia al referirse a proyectos de largo plazo orientados a integrar la dimensión socioeconómica y ambiental, como las políticas públicas, planes de gobierno o dentro del ámbito internacional. En contraste, la sustentabilidad se ve asociada con las industrias extractiva y agrícola o en alegatos sobre iniciativas verdes para el resguardo y uso eficiente de los recursos naturales. Sin atender a las diferencias de uso, ambas ideas forman parte del mismo objetivo global de desarrollo y defensa del ecosistema.

## **CAPÍTULO II**

### **OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE (ODS)**

La sostenibilidad es un nuevo paradigma que ha ganado relevancia en los distintos ámbitos de la sociedad, sobre todo porque su trascendencia involucra la participación de todos los actores sociales, y los negocios no son ajenos a esa responsabilidad. A medida que más personas y entidades presionan y promueven acciones para revertir el daño medioambiental, el sector privado concibe la necesidad de incluir los criterios socioambientales en su plan corporativo. Bajo esa lógica de cooperación global, la Agenda 2030 y los ODS representan un compromiso crucial en la lucha por la supervivencia de todas las especies vivas en el planeta. Y es que el mero beneficio financiero queda de lado y hoy se apuesta por el bienestar de todos los grupos de interés afectados por la actividad económica.

Estos propósitos a nivel mundial, establecidos por Naciones Unidas en setiembre del 2015, conforman un conjunto de reflexiones y acciones orientadas a solucionar los desafíos más apremiantes de la humanidad. Su estructura es resultado de una alianza entre los Estados, organizaciones internacionales, sociedad civil y otros agentes interesados; supone, por lo tanto, una guía práctica para que cualquier nación o compañía comience la transición de sus procedimientos hacia un modelo sostenible. Para ejercer este liderazgo de un progreso ecoamigable, las empresas deben realizar un análisis respecto a su potencial para cubrir con efectividad cualquiera de los campos definidos en los ODS, reparando en la capacidad de su cadena de valor para contribuir con impactos positivos o reducir los efectos dañinos.

Los diecisiete ODS van más allá de un lenguaje común, pues se trata de un enfoque clave que se apoya en el pleno convencimiento de las altas direcciones institucionales para llevar a cabo un modelo comercial sostenible y respetuoso de los ecosistemas globales. Así pues, la agenda global procura legar a las nuevas generaciones un planeta sano o en condiciones muy parecidas a las

encontradas en el momento de comenzar su faena empresarial. Por lo mismo, los propósitos de las Naciones Unidas deben asimilarse como una filosofía inspiradora presente a lo largo de todo el proceso productivo y comercial, la cual se destaque por la capacidad de innovación, diferenciación y contribución a una mejor sociedad.

## **2.1. Desarrollo sostenible: nociones generales**

La apropiación humana del entorno, impulsada por su progresiva demanda de suministros de energía y alimentos, ha reconfigurado a tal punto los ecosistemas mundiales que, a día de hoy, resulta complicado para las sociedades enfrentar una crisis ambiental sin parangón. La magnitud del cambio climático viene poniendo en jaque el desarrollo sostenible; frente a ello, el entramado comercial responde con una creciente disrupción en sus operativas y cadenas de suministro, acompañada de modificaciones tecnológicas y socioeconómicas; no obstante, la intención de abordar los problemas medioambientales viene de años atrás.

Considerado como la manera responsable de vivir en el presente para garantizar un futuro mejor, el desarrollo sostenible involucra también un equilibrio continuo entre la inclusión social, la protección del hábitat y el crecimiento económico (Naciones Unidas, 2023). Pero no fue hasta finales del siglo XIX cuando un incipiente activismo público denunciaba los impactos negativos de la revolución industrial. Al respecto, BBVA (2025) menciona que en el Informe Meadow de 1972 se dan las primeras señales de alerta sobre un modelo de progreso que conducía a un colapso inevitable motivado por el agotamiento del recurso natural.

En esta pluralidad de significados, la publicación de la primera ministra de Noruega, Gro Harlem Brundtland, marcó un hito a fines de los 80 al ofrecer una definición de desarrollo sostenible que aún está vigente en la agenda global, sobre satisfacer las necesidades ahora, sin comprometer las de futuras generaciones. Asimismo, añade que este concepto fue posible dentro de un esquema de neoliberalismo económico en el cual los Estados con alta industrialización tomaron conciencia del riesgo de un potente crecimiento económico no controlado y ajeno a las bases físicas que sustentaban los recursos que necesitaban.

La conceptualización de Brundtland representó un nuevo rumbo hacia un paradigma que exigía replantear políticas económicas más equilibradas con la sostenibilidad ambiental, equidad social y crecimiento económico. Tales argumentos fueron ratificados en 1991 durante la Segunda Estrategia Mundial para la Conservación, aunque con una descripción distinta que apostaba por una mejor calidad de vida, pero sin rebasar las capacidades del ecosistema, estableciendo la necesidad de transitar hacia comportamientos responsables y apoyados en nueve principios que permitan crear una sociedad sostenible.

Si bien las miradas previas a esta nueva idea de crecimiento económico vigoroso, social y ecológico ponían el foco en temas vinculados con la lucha contra la pobreza, se postulaba una solidaridad horizontal que debía reflejarse en la ayuda de los ciudadanos favorecidos hacia quienes menos tienen. Bajo tal lógica, el desarrollo sostenible extiende esa idea con la de una solidaridad intergeneracional y vertical, sostenido en el tiempo por generaciones sucesivas. Así pues, se construye un puente entre las decisiones políticas del presente y el bienestar prometido para el planeta y todos sus habitantes sin excepción (Surasky, 2021).

**Figura 1.** *Las tres dimensiones del desarrollo sostenible*



*Nota.* Tomado de Surasky (2021).

Cuando el desarrollo sostenible se aplica en las estrategias públicas y de toda empresa, es posible acceder al trabajo digno, una educación y atención sanitaria de calidad, el control del abuso y contaminación del ecosistema y la elaboración de políticas que impidan casos de exclusión (Frazzetta, 2023). Este concepto procede a modificar los esquemas de pensamiento tradicional y brinda una nueva entidad viable, de la cual subyace la noción de regionalización de la sostenibilidad que determina la existencia de múltiples sistemas abiertos con diferente capacidad de carga y sin la misma oferta natural o *stock*.

## **2.2. Objetivos de Desarrollo Sostenible: la Agenda 2030**

Históricamente, en los planes corporativos tradicionales ha existido una incompatibilidad evidente entre crecimiento económico y equilibrio ecológico; circunstancia que promovió una sociedad consumista y la explotación exagerada de recursos con fines industriales, lo cual degeneró en la pérdida de la biodiversidad (Raffino, 2024). En un mundo impulsado por un sistema capitalista de producción que atiende solo al valor de los bienes y servicios, abatido además por una crisis climática y conflictos sociales, la Agenda 2030 de las Naciones Unidas emerge como una palanca para alcanzar un futuro mejor.

Esta iniciativa es una hoja de ruta y plan de acción universal certificada por 193 naciones que buscan la prosperidad mundial, a través de medidas transformadoras resumidas en 17 propósitos designados como Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas se pretende trazar un trayecto sostenible y resiliente sostenido en acciones colaborativas (Sustainable Development Goals [SDGS], 2014). Por su intermedio, la Agenda 2030 ofrece un marco integral y ambicioso para ayudar a todos los actores involucrados a generar una economía y sociedad más inclusiva y sostenible para las generaciones presentes y futuras.

El nacimiento de este documento tiene como reto consolidar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) aprobados en el 2000 y completar aquellos que no se pudieron lograr en su fecha límite del 2015. En líneas generales, es una respuesta a la necesidad de abordar los desafíos mundiales más apremiantes desde la pobreza y el hambre hasta la corrupción, la de-

sigualdad o el cambio climático, y hacer realidad el respeto a los derechos humanos. Por tales motivos, se trata de estrategias integrales e indivisibles dirigidas al equilibrio de las tres dimensiones del desarrollo sostenible: económica, social y ambiental.

De otro lado, es importante señalar que la Agenda 2030 fue concebida bajo la asesoría de un equipo multidisciplinar de expertos independientes contratados por la ONU. Por lo mismo, posee un enfoque científico con diecisiete objetivos descritos mediante cifras, indicadores y estadísticas actualizadas anualmente; en tanto, los propósitos intermedios se describen con otras variables aportadas; de esta manera, cualquier objetivo conseguido es plausible de ser medido sin inconvenientes (Enel Green Power, 2022). Asimismo, existe un vínculo muy ceñido a nivel estructural entre los 17 ODS, los Acuerdos de París y las conferencias sobre el clima que permiten su interconexión, perseguirse y reforzarse mutuamente.

La Agenda 2030 configura una redacción civilizatoria que pone la dignidad e igualdad de las personas en el centro de sus objetivos. Además, apela a un consenso multilateral entre Gobiernos y actores que reconocen en el progreso sostenible una conjunción de conductas y disposiciones orientadas a cuidar los recursos naturales y socioculturales con una lógica de equidad y viabilidad. Es así que este contenido sobre sostenibilidad debe atravesar las pautas comerciales de producción como una cultura de ecoeficiencia que ayude a reducir las emisiones y fomentar la explotación racional del entorno (De la Rosa Leal, 2021).

**Tabla 2.** *Los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*

|          |                                    |                                                                                                      |
|----------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Personas | <b>ODS 1:</b> Fin de la pobreza    | Eliminar todas las formas de pobreza en el mundo.                                                    |
|          | <b>ODS 2:</b> Hambre cero          | Alcanzar una seguridad alimentaria con mejoras en la nutrición y promover la agricultura sostenible. |
|          | <b>ODS 3:</b> Salud y bienestar    | Asegurar el bienestar general y una vida sana.                                                       |
|          | <b>ODS 4:</b> Educación de calidad | Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad para todos a lo largo de su vida.        |
|          | <b>ODS 5:</b> Igualdad de género   | Lograr la igualdad general y empoderar a la mujer.                                                   |



|                    |                                                       |                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Planeta</b>     | <b>ODS 6:</b> Agua limpia y saneamiento               | Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todas las personas.                                                                                                          |
|                    | <b>ODS 12:</b> Producción y consumo responsable       | Promover medidas de gestión responsables y el uso eficiente de los recursos naturales.                                                                                                                          |
|                    | <b>ODS 13:</b> Acción por el clima                    | Crear acciones formativas y de sensibilización para combatir el cambio climático y sus efectos.                                                                                                                 |
|                    | <b>ODS 14:</b> Vida submarina                         | Gestionar y proteger los océanos, mares y todos los recursos marinos para el desarrollo sostenible.                                                                                                             |
|                    | <b>ODS 15:</b> Vida de ecosistemas terrestres         | Velar por la conservación, el restablecimiento y uso sostenible del ecosistema; evitando su degradación.                                                                                                        |
| <b>Prosperidad</b> | <b>ODS 7:</b> Energía asequible y no contaminante     | Incluir medidas de acceso a energías renovables y limpias, con modernización de gestión energética.                                                                                                             |
|                    | <b>ODS 8:</b> Trabajo decente y crecimiento económico | Promover acciones de diversificación, innovación, creación de microempresas y acceso a financiación; con empleo justo, productivo e inclusivo.                                                                  |
|                    | <b>ODS 9:</b> Industria, innovación e infraestructura | Construir infraestructuras resilientes y fiables, con optimización de recursos, y apuntar a la innovación y diversificación industrial de acceso universal.                                                     |
|                    | <b>ODS 10:</b> Reducción de las desigualdades         | Potenciar y promover la inclusión socioeconómica, y garantizar la igualdad de oportunidades.                                                                                                                    |
|                    | <b>ODS 11:</b> Ciudades y comunidades sostenibles     | Impulsar el transporte seguro, asequible, accesible y sostenible; con centros y asentamientos humanos inclusivos y resilientes, pleno de espacios verdes y donde se salvaguarde el patrimonio cultural.         |
| <b>Paz</b>         | <b>ODS 16:</b> Paz, justicia e instituciones sólidas  | Eliminar todo tipo de violencia; garantizar el estado de derecho; transparencia y rendición de cuentas; la participación inclusiva y una gestión responsable.                                                   |
| <b>Alianzas</b>    | <b>ODS 17:</b> Alianzas para lograr los objetivos     | Incluir medidas para revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible en puntos clave como las finanzas, tecnología o comercio, con un sistema orientado a la coherencia normativa e institucional. |

*Nota.* Tomado de Universitat de València (2019).

Si bien existen avances importantes en cada una de las dimensiones socioeconómicas y medioambientales, aún está muy lejano un futuro global sostenible. A pesar de los fondos destinados y la voluntad política, urge un sentido de urgencia nacional e internacional que revista la necesidad de asumir el desarrollo sostenible como alternativa al modelo político y económico actual, y no solo una modificación de este. Ignorar estos planteamientos conlleva el riesgo de exigir al planeta un esfuerzo insostenible de acumular reservas y la posibilidad de excluir a muchas personas al acceso de estos recursos de manera digna.

### **2.3. Matriz de análisis del desarrollo sostenible**

Los ODS son un plan integral renovado de colaboración internacional con una mirada de futuro que abandona el viejo paradigma de ayudas condicionadas de países que más tienen a favor de otros disminuidos. Bajo esa alianza de esfuerzos y responsabilidades comunes entre Gobiernos, la sociedad y las empresas, es crucial evaluar los resultados de acciones que no dejan de ser diferenciadas dependiendo del rubro de cada entidad, lo cual provoca una variedad de criterios frente a la valoración de los proyectos y la gestión institucional, lo que limita aplicar herramientas efectivas y generalizadas (Barrero *et al.*, 2020).

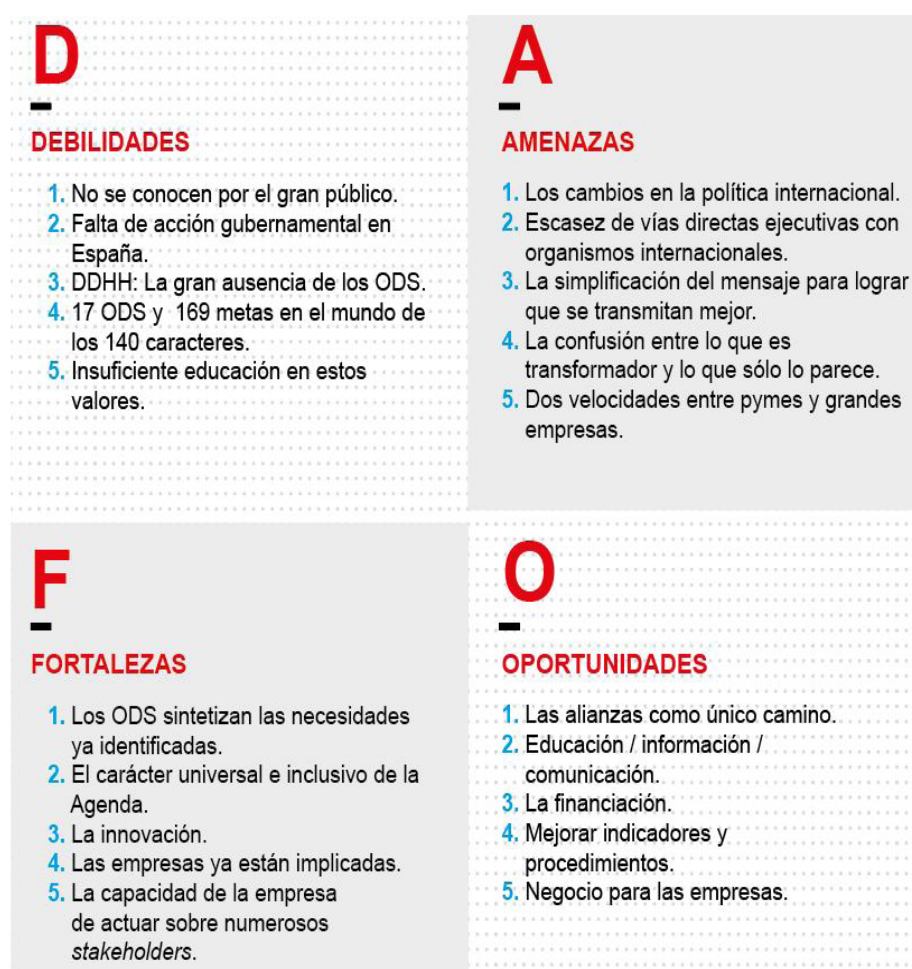
Cada corporación puede alinear su trabajo para la consecución de un número determinado de ODS, según su actividad, métodos, capacidades, certificaciones y otras condicionantes que les permitan abordar uno o varios de ellos. Actualmente, existe una mayor conciencia sobre la importancia de sincerar los efectos de los procesos de decisión y formulación de políticas públicas con el objeto de aportar una mayor calidad (Font y Móttola, 2020). Sin embargo, es muy común que el ODS 13, asociado al cambio climático, presente una mayor resistencia en el tejido empresarial debido a la dependencia del combustible fósil.

Por el momento, no existe una metodología estándar única de evaluación para calibrar el verdadero impacto de las operaciones comerciales y su afiliación con los diferentes ODS, lo cual dificulta obtener una mejor perspectiva de los avances o las dificultades. Se resalta la necesidad de producir modelos de aclaración propios, con operativas convenientes que permitan un

balance adecuado de las dimensiones del desarrollo sostenible, y capaces de especificar supuestos que eliminen categorías abstractas, las cuales tienden a complejizar el escenario de formulación de indicadores ligados con la sostenibilidad.

Tal y como se recoge en la Agenda 2030, incluir las dimensiones del desarrollo sostenible es una estrategia a largo plazo que las entidades deben implementar de forma balanceada, atendiendo a sus propias características y aprovechando las sinergias a nivel internacional y nacional. Frente a ello, la percepción de consumidores más responsables con el entorno ayuda a generar una conciencia ambiental y consumo sostenible (Severo *et al.*, 2018), lo cual obliga a desarrollar instrumentos de medición que den cuenta de la participación del empresariado sobre las políticas de desarrollo sostenible (Gericke *et al.*, 2019).

**Figura 2. Análisis DAFO ODS**



*Nota.* Tomado de Red Pacto Mundial España (2018).

La literatura hace hincapié en la necesidad de establecer puentes que permitan cambiar el actual modelo de desarrollo económico lineal por uno circular en aras de cumplir con los ODS (Morseletto, 2020). Sin embargo, desconocer la real posición de cada país respecto del estado de su sostenibilidad es el principal inconveniente para poder embarcarse en un crecimiento viable. Ante ello, distintos organismos y especialistas consideran sustituir los indicadores puramente económicos para estudiar la variable de bienestar en contraste con otros que incluyan a su vez valores sociales y ambientales.

Dentro de este marco, las metas e indicadores de evaluación deben ser diseñados a partir del ámbito y nivel de alcance de cada firma. De esta forma, es posible tener un panorama claro de las oportunidades o factores positivos que suelen ocurrir fuera del ecosistema nacional y pueden ser aprovechados para promocionar las iniciativas. También aparecen las debilidades que engloban obstáculos a los emprendimientos y dificultan su desarrollo; las amenazas o situaciones negativas externas al ecosistema del proyecto sostenible y que incluso pueden atentar contra la propuesta; y las fortalezas o ventajas competitivas.

## **2.4. Las buenas prácticas en el marco de los objetivos del desarrollo sostenible**

Desde la publicación de la Agenda 2030 en 2015, han sido varios los países involucrados en la implementación de regulaciones, programas, sistemas de información, mecanismos de financiación y otros instrumentos de política pública que promueven el cumplimiento de los objetivos de los ODS. Sin embargo, para aliviar los problemas nacionales de forma integral, se requiere la participación de las iniciativas y buenas prácticas adoptadas por los actores no gubernamentales activos con capacidad para influir en el sector y optimizar la prestación de los servicios básicos sin excluir a nadie.

Este concepto de buenas prácticas proviene del ámbito empresarial y de gestión pública, y contempla un conjunto de contribuciones y metodologías notables orientadas a conseguir aprendizajes vinculados a los requerimientos del sector productivo y del arte (Ministerio de Educación [Minedu], 2018).

En el paradigma sostenible, dicha expresión concentra las experiencias sobresalientes que acrecientan la calidad de vida comunitaria a través de alianzas efectivas entre el sector público, privado y la sociedad civil. Tales propuestas se destacan por ser innovadoras, replicables, ejemplificadoras, escalables y positivas para la promoción de la inclusión, conservación del ambiente, progreso económico y más.

Entre otros enunciados, Castiblanco (2020) considera que la práctica responsable remite a toda actividad orientada a propiciar cambios cualitativos y cuantitativos sobre la huella de carbono derivada del ciclo de producción y los hábitos de consumo popular. Por lo mismo, asumir una actitud sostenible implica la puesta en valor de las nueve “R” de la economía circular, es decir, conduce a una profunda reflexión respecto de cómo la rutina del ser humano tiene un impacto directo en el medioambiente. Así pues, las buenas prácticas se guían por principios, objetivos y pautas apropiadas ajustadas a un parámetro o normativa consensuada, y aplicables ampliamente en la cotidianeidad y la industria.

**Tabla 3.** *10 prácticas de sostenibilidad empresarial para impulsar un negocio*

|                                                  |                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Eficiencia energética y reducción de emisiones   | La adopción de fuentes de energía renovable fomenta un cambio sustancial hacia un modelo más sostenible; junto con estrategias internas para despertar hábitos conscientes y reducir el consumo energético.                                   |
| Gestión de residuos y reciclaje                  | Aplicar normas que reducen la generación de residuos trae ventajas ecológicas y optimiza costos operativos. A través de ellas, se cierra el ciclo de vida de los bienes, desde una selección y extracción de recursos hasta su reutilización. |
| Uso responsable de los recursos naturales        | Una gestión hídrica eficiente preserva el agua y minimiza costos operativos y daños al ambiente; para ello se recurre a auditorías y tecnologías de ahorro y reutilización.                                                                   |
| Transparencia y rendición de cuentas             | Implica el compromiso de publicar los informes detallados de manera regular para comunicar las prácticas sostenibles del corporativo y las medidas que refuercen la relación con las partes interesadas y la comunidad en general.            |
| Innovación en procesos y tecnologías sostenibles | Establecer sistemas de gestión inteligente y nuevas fuentes de energía renovable en los procesos productivos aporta a la sustentabilidad de la firma, reduce el impacto ambiental, y mejora en general la eficiencia operativa.               |

|                                                 |                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Responsabilidad social empresarial (RSE)        | Se trata de un factor esencial para las empresas atentas a los efectos de su labor en el entorno, reconocen lo relevante de invertir en las comunidades de operación con proyectos comunitarios de desarrollo económico sostenible.           |
| Políticas de diversidad e inclusión laboral     | Las estrategias corporativas deben fomentar la inclusión, entornos laborales donde se celebre y respete la diversidad cultural, etnia y género. Bajo la lógica de equidad se alejan prejuicios y se promueve la igualdad de oportunidades.    |
| Promoción de prácticas laborales justas         | Al promover un entorno laboral equitativo, es mucho más fácil aplicar prácticas laborales ajustadas al cumplimiento de las leyes de trabajo locales y foráneas, con lineamientos internos que promuevan la integridad y la ética en el cargo. |
| Desarrollo de productos y servicios sostenibles | La capacidad productiva no solo debe cubrir las demandas actuales, sino prever criterios de sostenibilidad en el diseño de bienes reciclables con vida útil extendida, ello reduce la generación de residuos y promueve consumo responsable.  |
| Medición del impacto y mejora continua          | Resulta vital evaluar el impacto de las prácticas ejecutadas en toda la cadena de suministro, cuantificando la eficiencia energética de los procesos para reducir costos, disminuir la huella ambiental y asegurar un progreso efectivo.      |

*Nota.* Tomado de SAP Concur (2024).

Dada su importancia, mapear las buenas prácticas en ODS se convierte en una alternativa sustancial para revelar el estado de su avance, sea cual fuera su dimensión, impacto o alcances. Con esta herramienta de construcción colectiva, no solo se obtienen datos que posibilitan el análisis sistémico de la situación actual de las iniciativas, sino que además facilita el registro, identificación y localización de actores y sectores en diferentes territorios para compartir sus experiencias mediante publicaciones que animen a otras organizaciones a ser parte de los desafíos de la Agenda 2030 (Red Internacional de Promotores ODS, 2020).

La documentación de las distintas iniciativas sostenibles y su posterior promoción abre la posibilidad de conectar entre sí, propiciando diversos espacios de encuentro e intercambio de aprendizajes y conocimientos que incentiven nuevas propuestas concebidas de manera colectiva. Visibilizar y transmitir

las buenas prácticas a partir de información actualizada, oportuna y fiable permite el tránsito seguro y efectivo de las estrategias basadas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Con ello se precipitan las sinergias, colaboraciones, alianzas y la cogeneración de soluciones entre distintas organizaciones.

Independientemente de la complejidad conceptual, las mejores prácticas han demostrado su eficiencia debido a su capacidad de adaptación con aplicaciones más rígidas en algunos sectores, mientras que en otros ámbitos beneficia con una mayor flexibilidad. En opinión de Montoro (2020), su implementación permite minimizar errores, facilita un eficaz uso de recursos, mantiene y produce sus efectos positivos en el tempo, suelen ser innovadoras, disminuyen riesgos, responden a conflictos puntuales, sistematizan procesos y resultados, y están presentes en la evaluación, retroalimentación y reorganización de las acciones.

## **2.5. Objetivos de Desarrollo Sostenible: avances y perspectivas**

A pocos años de acercarse la fecha estipulada por la Agenda 2030, los avances continúan sin ser homogéneos y aún persisten grandes desafíos en cuanto a qué mecanismos utilizar para acelerar los progresos. El informe a cargo de Lafortune y Fuller (2025) evidencia los méritos del continente europeo para destacar en los temas de energía renovable, bienestar social y políticas climáticas ambiciosas; y que tiene a Finlandia, Dinamarca y Suecia a la cabeza del *ranking* mundial de los ODS, mientras que, en el lado opuesto de las posiciones iniciales, los tres países con peor desempeño son Turquía, Macedonia y Chipre.

A pesar de la disparidad en los indicadores, en líneas generales el documento alerta sobre un estancamiento en el desempeño para abordar algunos objetivos clave, en especial con aquellos vinculados a casos de desigualdad económica, impacto ambiental y de transición energética (Vilariño, 2025). Durante los últimos años, Europa ha venido adoptando políticas comunitarias sostenibles muy ambiciosas; sin embargo, su implementación tiene desfases con Estados miembros donde las medidas fluyeron eficientemente, pero otros

encontraron obstáculos en la financiación, sobre todo en lo relativo a la transición energética.

La situación en la zona latinoamericana es poco menos que pesimista. Según la Economic Commission for Latin America and the Caribbean [ECLAC], citado en Mur (2024), acaba de completarse la peor etapa de crecimiento para la región desde la década perdida del 80, con una tasa promedio del 0,9 % entre 2015 y 2024, la cual se vio acentuada por diversas crisis como la pandemia por la COVID-19, la actual guerra en Ucrania y el desplome de un superciclo de las materias primas que hasta 2011 soportaba el crecimiento del continente centro y sur; y que de no tomar medidas podría acechar una tercera etapa crítica.

**Tabla 4.** *Crecimiento económico en Latinoamérica*

|                                                   |                             |        |
|---------------------------------------------------|-----------------------------|--------|
| Líderes en<br>crecimiento<br>económico            | República Dominicana        | 5,2 %  |
|                                                   | Venezuela                   | 5 %    |
|                                                   | Costa Rica                  | 4 %    |
|                                                   | Paraguay                    | 3,8 %  |
|                                                   | Honduras                    | 3,8 %  |
|                                                   | Nicaragua                   | 3,7 %  |
|                                                   | Uruguay                     | 3,6 %  |
|                                                   | El Salvador                 | 3,5 %  |
|                                                   | Guatemala                   | 3,4 %  |
| Crecimiento<br>económico<br>moderado              | Panamá                      | 2,7 %  |
|                                                   | Perú                        | 2,6 %  |
|                                                   | Chile                       | 2,6 %  |
|                                                   | Islas del Caribe sin Guyana | 2,3 %  |
|                                                   | Brasil                      | 2,3 %  |
|                                                   | México                      | 1,9 %  |
|                                                   | Ecuador                     | 1,8 %  |
|                                                   | Bolivia                     | 1,7 %  |
| Decrecimiento económico<br>(con cifras positivas) | Colombia                    | 1,3 %  |
|                                                   | Cuba                        | 0,5 %  |
| Decrecimiento económico                           | Haití                       | -3 %   |
|                                                   | Argentina                   | -3,6 % |

*Nota.* Tomado de Salazar-Xirinachs (2024).



Aun cuando los números son poco favorables, es posible señalar que América Latina y el Caribe van en la dirección correcta, aunque el avance es insuficiente y los pronósticos para el 2030 no serán los más auspiciosos. De hecho, el 75 % de las metas en el marco de los ODS corren el riesgo de no superarse, y muestran retrocesos significativos en temas como agua limpia y saneamiento, reducción de las desigualdades, producción y consumo sostenibles y acción por el clima, los cuales contrastan con cifras más prometedoras para los ODS de salud y bienestar, energía asequible y no contaminante, industria, innovación e infraestructura, vida submarina y alianzas para lograr los objetivos.

A la par, es importante mencionar los impactos mixtos que viene provocando el fenómeno de la globalización en los ODS. La interconexión económica ha provocado ventajas para la distribución de tecnología y conocimientos en materia de sostenibilidad; sin embargo, también suscitó consecuencias directas en la huella ecológica debido a la dependencia de recursos naturales de otras regiones del globo y la importación de alto impacto ambiental. Para revertir esta cruda tendencia, Salazar-Xirinachs (2024) se decanta por fortalecer las políticas de desarrollo productivo a partir de normativas macroeconómicas, laborales y de adaptación y mitigación al cambio climático.

## **CAPÍTULO III**

### **EL DESARROLLO SOSTENIBLE Y LA INGENIERÍA AMBIENTAL**

La crisis climática es un problema que desde hace mucho escaló a los foros globales; por tanto, es un tema recurrente en la investigación científica y los ámbitos del conocimiento, que buscan comprender la compleja evolución de un fenómeno sociohistórico que surge en los albores de un modelo económico con base en la producción masiva y las ganancias financieras. La educación para la sostenibilidad sigue siendo un pendiente de la enseñanza superior; aún así, cuenta en sus programas de ingeniería, puntualmente en la especialidad de ingeniería ambiental, su mejor respuesta para identificar procesos, crear estrategias y promover mejores usos de los recursos naturales, en atención a los inclementes y drásticos cambios que se suscitan en los diferentes ecosistemas del mundo.

A través de su conocimiento técnico y su compromiso con la sustentabilidad, la ingeniería ambiental privilegia, entre otros aspectos, la interdisciplina, articulando el conocimiento con su entorno social para la construcción de estrategias colectivas entre todos los actores involucrados que permitan proteger y restaurar la naturaleza. En tal sentido, los egresados de esta profesión terminan convirtiéndose en los custodios del hábitat, responsables en el primer frente de impedir la degradación del aire, el agua y el suelo, con soluciones y proyectos económicamente viables. De esta forma, tienen el encargo de mantener un equilibrio entre el progreso humano y la conservación del medioambiente, y mitigar los efectos nocivos de las actividades industriales y urbanas en la naturaleza.

La formación de perfiles con una perspectiva holística de las industrias se ha convertido en un requerimiento trascendental para la supervivencia de todo ser vivo en el planeta. A través de una educación sostenida en los ODS, es posible contar con expertos capaces de anticipar, evitar y reducir probables

impactos ambientales. Además, tienen la posibilidad de integrarse a diferentes grupos de investigación y participar en el desarrollo de políticas públicas y normas verdes, involucrándose en propuestas multidisciplinarias y sostenibles, y desenvolviéndose como especialistas en evaluación del riesgo ambiental, infraestructura, actividades extractivas y seguridad, cuestiones que aportan al desarrollo de una sociedad atenta a las condiciones del entorno y el uso de energías renovables.

### **3.1. Ingeniería ambiental y su importancia en el mundo actual**

La superficie terrestre ha sido modificada sucesivamente por los seres humanos desde los inicios de la civilización. Su demanda por alimentos y energía ha provocado singulares avances en agricultura, minería, manufactura y transporte; sin embargo, ciertas decisiones de orden económico, político, social y cultural alteraron los diferentes sistemas naturales en los cuales las condiciones de la morfología terrestre desempeñan un papel decisivo. A medida que las dificultades climáticas precisan de mayor atención, la ingeniería ambiental va colocándose cada vez más a la vanguardia de la búsqueda de soluciones sostenibles.

No cabe duda de que los ecosistemas del planeta pasan por una etapa de emergencia. Durante los acuerdos de United Nations Convention to Combat Desertification [UNCCD] (Naciones Unidas, 2024), se reveló un aumento de los períodos de sequía de hasta el 29 % desde el año 2000 y una degradación del 40 % del total de las zonas terrestres. De no implementar los correctivos necesarios, esta situación afectaría directamente a la mitad de la población en el mundo. Los cálculos demuestran que las sequías y la desertificación podrían impactar a más de las tres cuartas partes de la humanidad llegado el año 2050.

En este mundo moderno de hoy, donde los patrones globales de consumo persisten en la extinción de la biodiversidad, los especialistas en ingeniería ambiental tienen el cometido de restaurar las tierras, detener la deforestación y fortalecer la resiliencia a la sequía, entre otros objetivos enmarcados en la preservación del ecosistema. Se trata de un campo interdisciplinario basado en los principios de la ingeniería civil, microbiología, hidráulica, química, biología,

hidrología, economía y las matemáticas para ocuparse de temas críticos sobre sostenibilidad, gestión de recursos naturales y diseño de sistemas responsables con la producción de energía (Universidad San Ignacio de Loyola [USIL], 2022).

A diferencia de otros profesionales, los sólidos conocimientos del ingeniero ambiental en ciencias biológicas, naturales y de la tierra, le permiten identificar, resolver y anticiparse a los problemas ecológicos con un enfoque de sostenibilidad apoyado en las herramientas computacionales y metodologías de análisis (Medina, 2024). Asimismo, se resalta su alta preparación en ciencias sociales para mediar en los conflictos socioambientales, apoyados sobre principios éticos y ciudadanos que los inspiran a respetar y abogar por los derechos ciudadanos y del medioambiente, apuntando al cumplimiento de las políticas ambientales.

La ingeniería ambiental interviene en los diferentes procesos y esfuerzos para mejorar las condiciones ambientales a través de la remediación y el diseño de tecnologías dirigidas a controlar las emisiones contaminantes. Mantiene una estrecha relación con el sector de la salud pública respecto a temas como prevención de la transmisión de enfermedades y la adopción de prácticas para evitar la contaminación y degradación del aire, el agua y la tierra. Igualmente, el ingeniero ambiental actúa como intermediario entre investigadores, científicos, autoridades y comunidades, a la vez que propicia oportunidades que conduzcan a desarrollar proyectos de gran impacto en el medioambiente.

En una encuesta que recogía las principales preocupaciones, perspectivas y soluciones a los problemas más urgentes del planeta, el 67 % de los participantes subrayó la pérdida de biodiversidad y el cambio climático como las circunstancias de mayor preponderancia (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [Unesco], 2021). Al respecto, la ingeniería ambiental tiene el desafío de incorporar acciones de mitigación y adaptación que propicien un mercado afín a las tecnologías amigables con el clima, mayor inversión en proyectos que utilicen métodos ecológicos, e impulsar acciones de desarrollo local en aplicación de técnicas sostenibles (Portacio, 2023).

En definitiva, la ingeniería ambiental se ha desarrollado y ha expandido su

objeto de estudio con el propósito de recurrir a técnicas científicas para evaluar las influencias humanas en el hábitat, planificando, fabricando y renovando mejores estructuras que permitan utilizar de forma responsable la energía y los recursos naturales. Entre otras funciones, participan en los estudios de áreas críticas de investigación, como las energías renovables, el cambio climático, la seguridad alimentaria y las fuentes de agua; además de consultar y asesorar a quienes generan las regulaciones sobre las mejores prácticas ambientales.

### **3.2. Desarrollo sostenible: enfoque desde la ingeniería ambiental**

La profunda correspondencia entre la pobreza y salud de las poblaciones con el contexto actual de crisis socioambiental, deja ver lo complicado de analizar o intentar resolver esas complicaciones desde una representación única y la necesidad de producir respuestas con criterios multidisciplinarios. La diligencia por nuevos modelos de desarrollo económico implica apoyarse en las bondades de la ingeniería. En ese sentido, el US Bureau of Labor Statistics (2024) prevé una alta demanda de contrataciones para los científicos y especialistas ambientales con un incremento del 7 % entre 2023 y 2033; y un promedio de 8500 vacantes por cada año.

Este repunte del sector medioambiental, considerado el más rápido en contraste con otras ocupaciones, obedece al marco de sostenibilidad en el que confluyen los principios y las actividades que se ejecutan en la ingeniería ambiental. A través de su práctica, es posible el análisis y la investigación científica de los conflictos ambientales junto con el diseño y la planificación de tareas sobre prevención, control y remediación de riesgos ambientales. A la par, ofrecen consultoría a las industrias para ayudarlas a minimizar el impacto de sus operativas en el ecosistema, con el uso sostenible del agua, el tratamiento de los desechos, la remediación de sitios o la tecnología de control de la contaminación.

La relevancia que viene adquiriendo esta profesión encontró su punto álgido en marzo de 2020, cuando la Unesco celebraba por primera vez el Día Mundial de la Ingeniería para el Desarrollo Sostenible. Esa oportunidad sirvió para discutir la reorientación estratégica de los proyectos de ingeniería

hacia los temas de infraestructura, innovación o tecnologías inclusivas y su impacto en los ODS. De esta manera, se buscó concentrar los esfuerzos en propósitos clave como agua limpia y saneamiento, energía asequible y no contaminante, mejora en la calidad de aire, gestión de residuos y promoción y enseñanza de carreras en ingeniería para lograr comunidades sostenibles (Villavicencio, 2023).

Es evidente que el ejercicio profesional del ingeniero ambiental es relevante para la comprensión de los ecosistemas globales y su interacción constante con los grupos poblacionales, lo cual permite la generación de proyectos viables avocados a impulsar la conservación. Sin embargo, a menudo las marcas presentan obstáculos para implementar estrategias sostenibles, especialmente en la gestión de la cadena de valor, debido a la poca coherencia de criterios entre las empresas, los sectores colindantes, clientes y proveedores para mantener la producción sin afectar el ecosistema natural.

El ingeniero ambiental tiene el cometido de diseñar sistemas de producción alineados con los ODS, aunque identificando el concepto de desarrollo como la capacidad de crear más con menos recursos. Las competencias integrales de este profesional permiten desarrollar procedimientos corporativos que mitiguen el impacto negativo al ecosistema en función a los principios de la economía circular, pero incluyendo las dimensiones medioambiental y social con igual importancia. En palabras del profesor Divitt (2021), existen diez elementos clave que podrían orientar la adopción de planes sostenibles en las industrias:

- Concebir un metabolismo industrial para dar valor a los desechos y transformarlos en materia prima útil para otras firmas, sectores y procesos.
- Desmaterializar productos, acciones y energía de las cadenas productivas que son innecesarias y generan retrasos o poca eficiencia.
- Generar o rediseñar procesos productivos que promuevan reutilizar los productos y no regresen a la naturaleza como basura para minimizar las emisiones.

- Implementar tecnologías ecoeficientes que optimicen el consumo energético.
- Aplicar la biomímesis, el ecodiseño y la ecoinnovación como inspiración para el desarrollo de innovaciones a largo de la línea de producción.
- Usar sellos verdes de compromiso ambiental en los productos para informar sobre aspectos de sostenibilidad que impulsen un consumo responsable.
- Analizar y planificar el ciclo de vida de los productos y procesos.
- Diseñar o aplicar instrumentos para propiciar el monitoreo de productos desde sus fases iniciales como materias primas hasta su desintegración final.
- Generar canales accesibles que permitan una comunicación fluida con los clientes y entes sectoriales respecto a temas de responsabilidad con el medioambiente.
- Promover políticas medioambientales para cubrir las demandas de alimentación y energía de la comunidad a través de procesos industriales respetuosos del hábitat.

Hoy más que nunca, las industrias manufactureras y de servicios apuntan a multiplicar su eficiencia, reducir los costos de producción, mejorar sus controles de calidad y ajustarse a las normativas gubernamentales. En ese contexto, las tecnologías emergentes impactan de forma significativa en la cadena de suministro de las marcas, orientándolas hacia el estricto cumplimiento de los requisitos de sostenibilidad. Buenaño (2024) señala que la gestión corporativa fortalecida por la inteligencia artificial (IA) mejora en un 15 % los costos de logística, un 35 % los niveles de inventario y otro 65 % los niveles de servicio.

Ahora bien, las gerencias supervisan los KPI de responsabilidad socioambiental, y establecen propósitos ambiciosos para neutralizar el carbono de sus procesos. De hecho, en el reporte de Gartner, citado en Valenciano (2020), se revela cómo el 51 % de los profesionales del sector espera un despunte de la tendencia sostenible. A efectos de lograr una producción ecoamigable, el

ingeniero del ramo ambiental está calificado para diseñar, implementar y gestionar cadenas de suministro eficientes y sostenibles, y hacerlas evolucionar debido a su formación en las áreas de logística, producción, optimización y gestión de operaciones.

### **3.3. El rol de la ingeniería ambiental frente a los desafíos ambientales**

El medioambiente ofrece una serie de recursos y servicios que garantizan la supervivencia y desarrollo de la humanidad; en ese aspecto, descuidarlos y no preservarlos pone en peligro el equilibrio del planeta y la existencia de todo ser vivo. El impacto del modelo económico actual les cuesta a los Estados entre diez y veinticinco billones de dólares al año, un desembolso que nace de la gran cantidad de recursos destinados a las actividades que dañan directamente el mundo natural y la biodiversidad, un declive con repercusiones nefastas en la seguridad alimentaria, la disponibilidad de agua y la salud poblacional (Cerrillo, 2024).

Todos estos factores de inseguridad, riesgo sanitario y cambio climático interactúan y se agravan mutuamente provocando amenazas que deben resolverse con esfuerzos comunes avocados a la sostenibilidad, los cuales tienen en la universidad un punto de inicio crucial. Y es que los centros de enseñanza superior cumplen un rol fundamental en la formación de los futuros decisores en empresas; por tanto, incorporar los criterios ambientales en el marco institucional educativo le imprime un carácter integral que puede influenciar en el comportamiento comunitario para generar experiencias ecológicas.

La ingeniería ambiental y sus egresados cumplen diversas funciones que pueden aportar en el restablecimiento y progreso del planeta. Los sólidos conocimientos en ciencias base les permiten comprender los procesos naturales del ambiente y aplicarlos en el diseño de planes para mitigar el impacto de las industrias, además de incentivar la inversión pública en programas que eleven la calidad de vida de la población y protejan los ecosistemas. Se proyecta que la demanda por ingenieros ambientales aumentará un 8 % hasta el año 2026



(Espiritu, 2023), un promedio casi tan rápido como el de todas las ocupaciones juntas.

Hoy en día, es imposible planificar una agenda de desarrollo que no incluya el problema del cambio climático. La última pandemia demostró que el bienestar ambiental presenta una inextricable relación con la salud humana y animal. En palabras de Sault (2020), tres de cada cuatro enfermedades infecciosas emergentes son zoonóticas, y su rápido contagio de animales a personas se incrementa debido a las condiciones de urbanización, comercio ilícito de fauna silvestre y la deforestación. Igualmente, se demostró que la contaminación del aire aumentaba el riesgo de sufrir peores síntomas y la muerte por coronavirus.

En esta tercera década del siglo XXI, se aprecian claramente los desafíos ambientales que se tiene por delante. El aumento del calentamiento global en casi un 50 % desde 1990, la falta del recurso hídrico que afecta a más del 40 % de la población global, las estimaciones sobre el 90 % de personas que respira aire contaminado o los más de tres mil millones de individuos dependientes del combustible fósil para cocinar (Iberdrola, 2020). Ante dichos retos, la ingeniería ambiental viene consolidándose como una opción prometedora para desempeñarse en entornos dinámicos y adaptarse a los cambios vertiginosos del contexto.

La ingeniería ambiental no es una contrapartida a la producción, sino que su futuro se sostiene en la necesidad de servicios profesionales, científicos y técnicos apoyados en el progreso de la tecnología. En opinión de Andretich (2019), el gran reto de esta profesión está en poder interactuar transdisciplinariamente con otros saberes, incluyendo las ideas de la economía circular y sustentabilidad en cada elemento de la cadena comercial, apoyándose además en mecanismos y tecnologías atentas al valor de los recursos empleados. De esta manera, la ingeniería ambiental asume el ecodiseño, la responsabilidad social y la gestión del riesgo en el análisis de las necesidades de los sectores productivos en las regiones específicas.

### **3.4. Aportes de la ingeniería ambiental en el cumplimiento de los ODS**

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible promulgados por la ONU son un llamado universal de acción para erradicar la pobreza, proteger el planeta y mejorar las perspectivas de vida de las personas en el mundo entero para el 2030. A medida que la fecha para cumplir con tales compromisos se acerca, las industrias poco a poco van reconociendo cuáles son estos propósitos y el impacto directo que tienen en sus acciones. Al respecto, las organizaciones internacionales destacan el papel crucial de la ingeniería para el logro de cada uno de los diecisiete ODS y su abordaje científico de las necesidades humanas básicas.

Así pues, la ingeniería aplica los conocimientos de las ciencias naturales y la matemática superior para transformar el entorno y las poblaciones, convirtiéndose en un factor crucial para el desarrollo socioeconómico. A través de procesos regulados, esta disciplina diseña y evalúa la sucesión entre las fuerzas humanas y los medios de producción y distribución, de tal forma que produzcan bienes y servicios que conecten las demandas sociales con las aplicaciones comerciales correctas y la innovación tecnológica (Alva, 2018). En el contexto de los ODS, los profesionales en ingeniería están calificados para:

- Desarrollar prácticas de producción sostenibles, reducir el desperdicio de recursos y mejorar la eficiencia de la cadena de suministro, operativas ligadas al ODS 12.
- Optimizar la productividad del negocio y crear empleos de calidad con adecuadas condiciones laborales a través de la automatización (ODS 8 y 9).
- Desarrollar tecnologías de energía renovable y sostenible que ayuden a disminuir las emisiones de carbono, tareas en línea con el ODS 11.
- Crear sistemas eficientes de purificación y distribución de agua que garanticen el acceso equitativo a fuentes de agua seguras, tal cual estipula el ODS 6.
- Proponer el tránsito hacia fuentes energéticas ecoamigables mediante la creación de sistemas de generación de energía limpia y eficiente (ODS 7).

En líneas generales, los ingenieros desempeñan un rol fundamental en la promoción de la innovación de los procesos industriales con el diseño de instalaciones de producción que minimiza el impacto al ecosistema. Por todo ello, Unesco establece como prioridad la difusión de la carrera de Ingeniería junto con otras que incluyan en sus marcos académicos el estudio de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. En palabras de Azoulay (2025), alcanzar un progreso inclusivo, justo y sostenible, con una brecha digital reducida y la crisis climática remediada, pasa por una creatividad científica al servicio de todos.

La ingeniería ambiental mantiene un enorme compromiso con el futuro de la humanidad; en el Día Mundial de la Ingeniería para el Desarrollo Sostenible se subrayó su posición vanguardista en la resolución de los desafíos globales, la adaptación y mitigación al riesgo ambiental con infraestructuras resilientes a fenómenos climáticos extremos, y el desarrollo de tecnologías para capturar el CO<sub>2</sub> (Organización para el Desarrollo Sustentable [ODS], 2025). La Agenda 2030 presenta un plan de acción que tiene a los ingenieros liderando el cumplimiento de los ODS con su conocimiento científico y experiencia para convertir las ideas innovadoras en proyectos de sostenibilidad colectiva.

**Tabla 5.** *El papel fundamental de la ingeniería en los ODS*

|                                         |                                                                                                                                                               |
|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ODS 1:</b> Fin de la pobreza         | La ingeniería promueve el crecimiento económico y el acceso de los ciudadanos a infraestructura, educación, salud y servicios que mejoran su calidad de vida. |
| <b>ODS 2:</b> Hambre cero               | Los ingenieros diseñan mecanismos automatizados en la agricultura para aumentar la producción de comida.                                                      |
| <b>ODS 3:</b> Salud y bienestar         | Esta disciplina desarrolla vacunas y equipos médicos apoyados en la inteligencia artificial y la robótica que revolucionan los diagnósticos y tratamientos.   |
| <b>ODS 4:</b> Educación de calidad      | Se facilita el acceso al internet para que más personas reciban una educación a distancia.                                                                    |
| <b>ODS 5:</b> Igualdad de género        | Las nuevas tecnologías vienen empoderando más a las mujeres, cerrando brechas de acceso a la información, servicios bancarios e impulsando su emprendimiento. |
| <b>ODS 6:</b> Agua limpia y saneamiento | La ingeniería construye sistemas para tratar las aguas y erradicar enfermedades como el cólera y la tifoidea debido a la mala calidad del servicio hídrico.   |

|                                                       |                                                                                                                                                                                                                       |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ODS 7:</b> Energía asequible y no contaminante     | Los ingenieros desarrollan soluciones energéticas con un bajo costo, renovables y cero emisiones de carbono como son la eólica y solar.                                                                               |
| <b>ODS 8:</b> Trabajo decente y crecimiento económico | Se desarrollan infraestructuras y sistemas diseñados y mantenidos por ingenieros como las carreteras, líneas férreas, aeropuertos y de suministro de agua y energía.                                                  |
| <b>ODS 9:</b> Industria, innovación e infraestructura | Los ingenieros diseñan, construyen y mantienen toda infraestructura e impulsan el crecimiento económico a través de la inteligencia artificial y la robótica.                                                         |
| <b>ODS 10:</b> Reducción de las desigualdades         | Con infraestructura sostenible y nuevas tecnologías el ingeniero posibilita el acceso a la vivienda, alimentos, salud y vida digna crucial para reducir la desigualdad.                                               |
| <b>ODS 11:</b> Ciudades y comunidades sostenibles     | Esta disciplina proyecta ciudades seguras e inclusivas, facilitando el acceso a vivienda asequible y transporte público, aire limpio, agua y energía.                                                                 |
| <b>ODS 12:</b> Producción y consumo responsable       | La ingeniería salva millones de vidas al crear sistemas de tratamiento hídrico que ofrecen un servicio potable de buena calidad libre de enfermedades transmisibles.                                                  |
| <b>ODS 13:</b> Acción por el clima                    | Los ingenieros identifican y aprovechan las fuentes de energía renovable para minimizar la huella de carbono con sistemas de generación de energía verdes.                                                            |
| <b>ODS 14:</b> Vida submarina                         | La ingeniería también trabaja junto a otras disciplinas para frenar la degradación y contaminación de mares y océanos con la optimización en el uso de recursos.                                                      |
| <b>ODS 15:</b> Vida de ecosistemas terrestres         | Las tecnologías usadas en la ingeniería ayudan en los mapeos de la superficie terrestre para desarrollar datos geoespaciales que monitoreen los recursos naturales y así anticipar escenarios de desastres naturales. |
| <b>ODS 16:</b> Paz, justicia e instituciones sólidas  | Los ingenieros optimizan los estándares de ética para contribuir con la justicia y solidez institucional.                                                                                                             |
| <b>ODS 17:</b> Alianzas para lograr los objetivos     | Las asociaciones en ingeniería participan de la mano de los gobiernos, industria, universidades y otros como eje clave para el desarrollo de proyectos viables y el cumplimiento de los ODS.                          |

*Nota.* Tomado de Impulso STEM (2024).

Con el reto de lograr estos propósitos globales, es esencial crear espacios de capacitación y formación de gestores ambientales expertos en conservación de la biodiversidad y temas de sostenibilidad. En los campos en los cuales esta disciplina puede participar, además de cambio climático, figuran el pacifismo y la justicia, por ejemplo, en el suministro equitativo de agua y energía; o en el de tecnología, para el desarrollo de mecanismos más inclusivos e innovadores, especialmente para grupos vulnerables o que habitan en zonas rurales.

## CAPÍTULO IV

### LA INGENIERÍA AMBIENTAL EN EL MARCO DE LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

El desarrollo sostenible requiere la integración de la ingeniería ambiental, que, en conjunto con las herramientas tecnológicas como la inteligencia artificial, el internet de las cosas, entre otras, ha mejorado la gestión de recursos y la reducción de emisiones en sectores industriales (Haque y Sharif, 2021; Li *et al.*, 2023; Pataca y Flores, 2022). Sin embargo, la falta de un marco de trabajo en sostenibilidad limita su adopción, lo que resalta la necesidad de mayor educación y políticas que fomenten la generación de estrategias esenciales para la transición ecológica (Acosta *et al.*, 2025; Roopa *et al.*, 2024).

La economía circular se ha convertido en una estrategia clave para reducir el impacto ambiental y optimizar el uso de recursos (Melendez *et al.*, 2021; Nieves y Morales, 2022). No obstante, su aplicación ha estado mayormente enfocada en la industria, y ha dejado de lado su potencial para mejorar el desarrollo humano. Integrar la economía circular con estrategias sociales permitiría abordar simultáneamente los problemas de pobreza, salud y desigualdad, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (García-Parra *et al.*, 2022).

Este modelo económico busca optimizar el uso de materiales y minimizar los desechos, en contraste con la economía lineal basada en el principio de “tomar, fabricar y desechar” (Aguado-Hernández *et al.*, 2023). Sin embargo, se advierte que la implementación de indicadores de circularidad debe ir acompañada de evaluaciones rigurosas de desempeño ambiental para evitar una aplicación superficial que no garantice mejoras reales (Durán *et al.*, 2023; Harris *et al.*, 2021; Valls-Val *et al.*, 2021).

En este sentido, la ingeniería sostenible juega un papel fundamental en la transición hacia un desarrollo ambiental responsable, pues integra principios

de economía circular y nuevas tecnologías en la planificación y ejecución de proyectos (Glavič, 2022). La actualización de los principios de ingeniería sostenible enfatiza un enfoque holístico que abarca el uso eficiente de los recursos, la reducción de residuos y el uso de energías renovables, y se alinea con los ODS (Bonilla *et al.*, 2024; Velásquez, 2025). Esto, además, asegura que las innovaciones tecnológicas y estrategias sostenibles sean accesibles y equitativas para todas las comunidades (Bustamante-Mora *et al.*, 2024).

Las empresas tienen la oportunidad de liderar la transición hacia la sostenibilidad. Así, la adopción de estrategias innovadoras y procesos de cambios estructurales pueden acelerar el cumplimiento de los ODS al integrar criterios ambientales y sociales en el mundo empresarial (Ensign, 2022). Los desafíos actuales en la ingeniería ambiental radican en la interconexión constante entre factores globales (empresas) y locales (comunidades) (Beagon *et al.*, 2023). La complejidad de estas interacciones entre sociedad, economía y medioambiente dificulta la generación de soluciones efectivas, lo que exige la búsqueda de un enfoque innovador y una constante adaptación a los cambios emergentes (Wang, 2021).

El presente artículo tiene como principal objetivo estudiar los principales aportes de la ingeniería ambiental para lograr la sostenibilidad, analizar cómo se efectúan cambios para lograr los ODS y revisar los diversos tipos de estudios que abordan esta problemática. Asimismo, este estudio es necesario para observar los planes de acción, estrategias innovadoras y tecnologías utilizadas para afianzar procedimientos beneficiosos para el ambiente. Además, resulta importante para la continuidad del análisis, ya que se trata de un tema poco investigado.

## **4.1. Metodología**

Este artículo se ha realizado a partir de una revisión sistemática, que tuvo como base teórica el método Prisma (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses) (Barquero, 2022; Yepes-Núñez *et al.*, 2021). Esto con el fin de presentar diversos estudios relacionados con el tema en cuestión, así como el análisis de los hallazgos.

Las preguntas de investigación fueron las siguientes: ¿cuáles son las principales contribuciones de la ingeniería ambiental en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles?, ¿cómo la ingeniería ambiental ha podido realizar cambios en el establecimiento de los objetivos de desarrollo sostenible? y ¿qué tipos de estudios abordan temas relacionados con la ingeniería ambiental y los objetivos del desarrollo sostenible?

Los estudios seleccionados deben presentar un rango específico de publicación. Para administrar una gran cantidad de información, se ha precisado un límite de 9 años (2017-2025) para adquirir fuentes resaltantes que plasmen el rol de la ingeniería ambiental en la sostenibilidad ambiental en un periodo extenso de tiempo. Así también, estos estudios deben poseer palabras clave resaltantes y relacionadas con el objetivo de la investigación, mientras que los resúmenes deben proporcionar información introductoria sobre la ingeniería ambiental y los objetivos de desarrollo sostenible.

Después, se tomó en cuenta el idioma de los artículos, por lo que fue indispensable que hayan sido publicados en inglés y español. Estos artículos deben presentar metodología y tipo de estudio que evidencien investigaciones científicas de tipo cualitativo, cuantitativo y mixto, así como las revisiones sistemáticas, de alcance y bibliográficas.

En cuanto al contenido de los artículos, es importante que los estudios se centren en cómo la ingeniería ambiental funciona para alcanzar los objetivos de desarrollo sostenible. Las estrategias para fomentar la economía circular y la educación ambiental también son tomadas en cuenta como hallazgos relevantes del presente estudio.

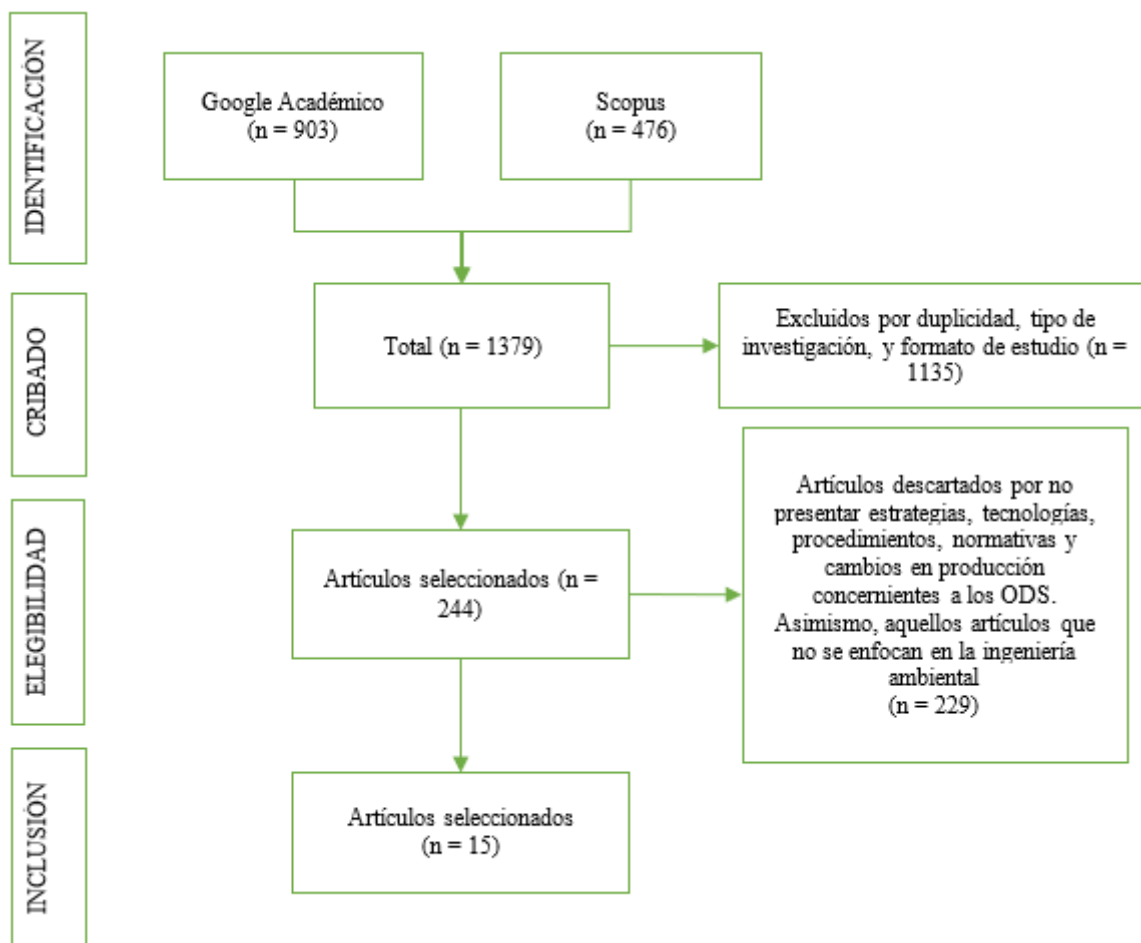
Para la búsqueda de información se han utilizado operadores booleanos (AND, OR) con el objetivo de estructurar las palabras clave y sintetizar la información a partir de criterios específicos. En la Tabla 6 pueden visualizarse las palabras clave utilizadas y la cantidad de resultados obtenidos:

**Tabla 6.** Bases de datos y palabras clave de búsqueda

|                  |      |                                                                                                                                                                       |
|------------------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Scopus           | 903  | (TITLE-ABS-KEY (environmental AND engineering AND sustainable AND development) AND ABS (sustainable AND development AND goals)) AND PUBYEAR > 2016 AND PUBYEAR < 2026 |
| Google Académico | 476  | ingeniería ambiental objetivos de desarrollo sostenible economía circular                                                                                             |
| Total            | 1379 |                                                                                                                                                                       |

*Nota.* Elaboración propia.

Para la visualización del proceso de selección, se ha elaborado un diagrama de flujo Prisma en el cual se manifiesta cada etapa en la cual se fueron incluyendo y descartando estudios. Este proceso estructurado muestra la cantidad de textos obtenidos en la búsqueda de información, y, posteriormente, los artículos seleccionados para su análisis respectivo.

**Figura 3.** Diagrama de flujo Prisma

*Nota.* Elaboración propia.



El presente diagrama de flujo (Figura 3) muestra el proceso de selección de artículos en la revisión, y garantiza un enfoque riguroso y transparente. En la fase de identificación, se consultaron dos bases de datos: Google Académico, con 903 resultados, y Scopus, con 476 textos, obteniendo un total de 1379 documentos. Luego, en la etapa de cribado, se eliminaron 1135 artículos tras evaluar su duplicidad, el tipo de investigación y el formato de estudio, reduciendo la muestra a 244 textos.

En la fase de elegibilidad, se llevó a cabo un análisis detallado del contenido, descartando 229 estudios por no presentar estrategias innovadoras alineadas con los ODS o por no enfocarse en la ingeniería ambiental. Como resultado, se seleccionaron 15 artículos que cumplieron con los criterios establecidos para el análisis final.

4.2. Resultados

Los artículos seleccionados son presentados en la Tabla 7. En esta se destacan los nombres de los autores, el título del estudio y la revista de publicación, lo cual permite tener una visión comparativa de las investigaciones sobre la relación entre la ingeniería ambiental y los ODS. Después, se analizarán los puntos de encuentro entre los artículos seleccionados, facilitando el análisis de enfoques, metodologías y conclusiones; esto proporcionará una base para futuras investigaciones en el área.

Tabla 7. Cuadro de artículos seleccionados

| N.º | Autores                                    | Título                                                                                                                                                           | Revista                                                                                      |
|-----|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1   | Acosta-Castellanos y Queiruga-Dios (2022). | Education For Sustainable Development (Esd): An Example of Curricular Inclusion in Environmental Engineering in Colombia                                         | <i>Sustainability</i>                                                                        |
| 2   | Adewale <i>et al.</i> (2024).              | Leveraging Deep Learning for Enhancing Sustainability in Environmental Engineering: Recent Advances in Zero-Emission Technologies and Integration Of Alternative | <i>International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science</i> |
| 3   | Barango y Austin (2024).                   | The Role of the Environmental Engineers in Environmental Sustainability                                                                                          | <i>Journal of Progress in Engineering</i>                                                    |

|    |                                |                                                                                                                                                           |                                                      |
|----|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| 4  | Bressane <i>et al.</i> (2024). | Fuzzy Machine Learning Applications in Environmental Engineering: Does the Ability to Deal with Uncertainty Really Matter?                                | <i>Sustainability</i>                                |
| 5  | Cardoso y Gouttefanjat (2022). | Sustentabilidad, Tecnología Ambiental y Regeneración Ecosistémica: Retos y Perspectivas para la vida.                                                     | <i>Revista Universidad y Sociedad.</i>               |
| 6  | Collantes y Velazco (2024).    | Aportes de la Ingeniería Ambiental, el desarrollo sostenible y los derechos ambientales en la ejecución y funcionamiento del megapuerto de Chancay, Perú. | <i>Biotech &amp; Engineering</i>                     |
| 7  | Daria <i>et al.</i> (2020).    | Characteristics of biodegradable textiles used in environmental engineering: A comprehensive review                                                       | <i>Journal of Cleaner Production</i>                 |
| 8  | Mihelcic <i>et al.</i> (2017). | The Grandest Challenge of All: The Role of Environmental Engineering to Achieve Sustainability in the World's Developing Regions                          | <i>Environmental Engineering Science</i>             |
| 9  | Pawlowski 2021).               | Environmental Engineering Versus Climate Change and Protection of the Environment                                                                         | <i>International Journal of Conservation Science</i> |
| 10 | Ramos <i>et al.</i> (2023).    | Revisión sistemática de literatura para identificar proyectos integradores en programa de ingeniería que resuelvan problemas desde la sostenibilidad      | <i>EIEI ACOFI</i>                                    |
| 11 | Saeed <i>et al.</i> (2023).    | Advancing circular economy in industrial chemistry and environmental engineering                                                                          | <i>European Journal of Chemistry</i>                 |
| 12 | Talaie <i>et al.</i> (2024)    | Advancing Environmental Engineering: The Role of Artificial Intelligence in Sustainable Solutions – A Short Review                                        | <i>Journal of Environmental Treatment Techniques</i> |
| 13 | Velásquez y Castillo (2023).   | La ingeniería ambiental su aplicación y gestión de procesos para la prevención y control de los recursos naturales                                        | <i>Interconectando Saberes</i>                       |
| 14 | Buitrago <i>et al.</i> (2020). | Educación para la sostenibilidad en Ingeniería Ambiental como aporte al desarrollo social                                                                 | <i>EIEI ACOFI</i>                                    |
| 15 | Elnashaie (2018).              | Environmental Engineering and Sustainable Development                                                                                                     | <i>European Journal of Sustainable Development</i>   |

*Nota.* Elaboración propia.

La relación entre la ingeniería ambiental y el desarrollo sostenible no ha tenido una recepción académica favorable a lo largo de los años, no obstante, esto no fue un impedimento para encontrar diversas fuentes que estudian este tema. Los siguientes hallazgos, extraídos de distintas fuentes, muestran cómo la implementación de estrategias sostenibles en la educación, la industria y la gestión de recursos contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. A través del análisis de estos estudios, se evidencian avances, desafíos y oportunidades en la integración de modelos sostenibles en distintos sectores.

En los estudios seleccionados destaca la importancia de la educación en sostenibilidad dentro de la ingeniería ambiental. Además, se enfatiza la integración de materias sobre ética, impacto social y desarrollo sostenible en los programas universitarios, así como la necesidad de enfoques prácticos que vinculen el entorno académico con el sector empresarial y la comunidad. Además, se resalta la influencia de la educación en la planificación urbana y la implementación de infraestructuras sostenibles (Acosta *et al.*, 2025; Buitrago *et al.*, 2020; Elnashaie, 2018; Ramos *et al.*, 2023; Velásquez y Castillo, 2023).

Asimismo, diversos estudios también abordan el uso de tecnologías como la inteligencia artificial (IA), el *machine learning* y el *deep learning*, y el impacto que han tenido en la ingeniería ambiental. Se presentan aplicaciones en el monitoreo y predicción del cambio climático, la gestión de energías renovables, la optimización de recursos hídricos, la reducción de desperdicios en la economía circular y la automatización de procesos industriales. Sin embargo, también se identifican desafíos, como la necesidad de regulaciones éticas y la accesibilidad de estas tecnologías en comunicaciones vulnerables (Adewale *et al.*, 2024; Bressane *et al.*, 2024; Saeed *et al.*, 2023; Talaie *et al.*, 2024).

Algunos estudios tratan el tema de la economía circular como una estrategia clave para la sostenibilidad, mediante el uso eficiente de materiales, la reutilización de recursos y la reducción de desechos. Se destacan enfoques como *cradle-to-cradle* (C2C), la simbiosis industrial y el producto como servicio. Además, se menciona el potencial de materiales biodegradables, como los geotextiles, en la ingeniería ambiental. También se enfatiza la necesidad de

integrar la economía circular con modelos de producción y consumo más responsables (Cardoso y Gouttefanjat, 2022; Daria *et al.*, 2020; Pawłowski, 2023; Saeed *et al.*, 2023).

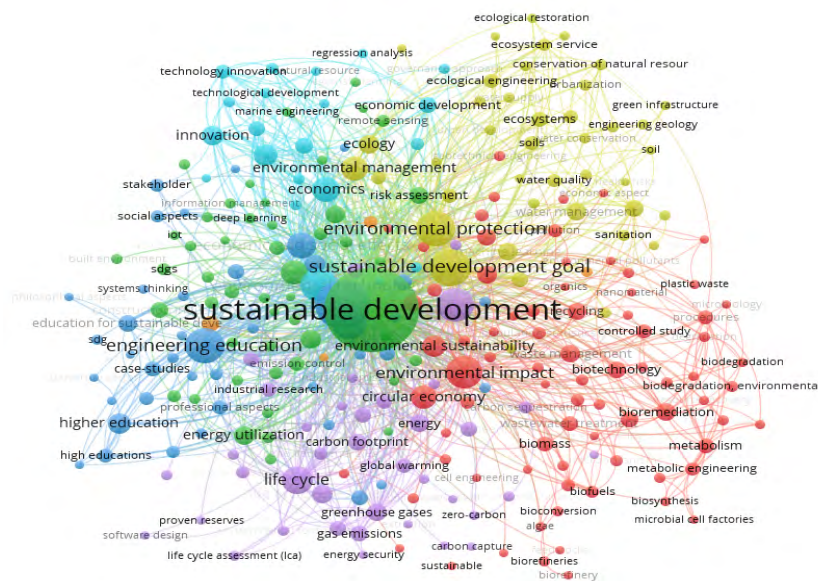
Otras investigaciones resaltan el rol de la ingeniería ambiental en la gestión del agua, la energía y los ecosistemas, con un enfoque en la infraestructura sostenible y la adaptación al cambio climático. Se abordan desafíos como la erosión costera, el impacto del dragado masivo y la contaminación de cuerpos de agua. También se resalta la importancia de la gestión eficiente del agua y los residuos, así como la implementación de tecnologías para la prevención de desastres naturales y el uso de energías renovables (Barango y Austin, 2024; Collantes y Velazco, 2024; Elnashaie, 2018; Mihelcic *et al.*, 2017).

Por otro lado, algunos de los resultados subrayan la importancia de implementar regulaciones y normativas para garantizar la sostenibilidad en los proyectos ambientales. Se menciona la necesidad de un marco legal sólido para el uso de tecnologías emergentes, la protección de ecosistemas y la integración de la sostenibilidad en la planificación urbana. También se resalta el rol de los ingenieros ambientales en la elaboración de políticas públicas y la gestión global de recursos naturales (Barango y Austin, 2024; Mihelcic *et al.*, 2017; Pawłowski, 2023; Velásquez y Castillo, 2023).

En la Figura 5, generada con el *software* VOSviewer, se representa una red de co-ocurrencias de términos relacionados con el desarrollo sostenible y diversos temas vinculados. El término central y más frecuente es “*sustainable development*”, conectado con diversos temas organizados en clústeres de colores variados. El clúster verde se enfoca en la protección ambiental, gestión de recursos y políticas de sostenibilidad, mientras que el rojo aborda la biotecnología, biodegradación y bioenergía.

El clúster azul está relacionado con la educación en ingeniería y tecnología, y el amarillo, con la gestión de ecosistemas y restauración ecológica. Finalmente, el clúster morado conecta con temas de ciclo de vida, emisiones de carbono y economía circular. La interconexión de estos conceptos sugiere un enfoque multidisciplinario hacia la sostenibilidad, y destaca la importancia de la educación, la innovación tecnológica y las estrategias ambientales en el desarrollo sostenible.

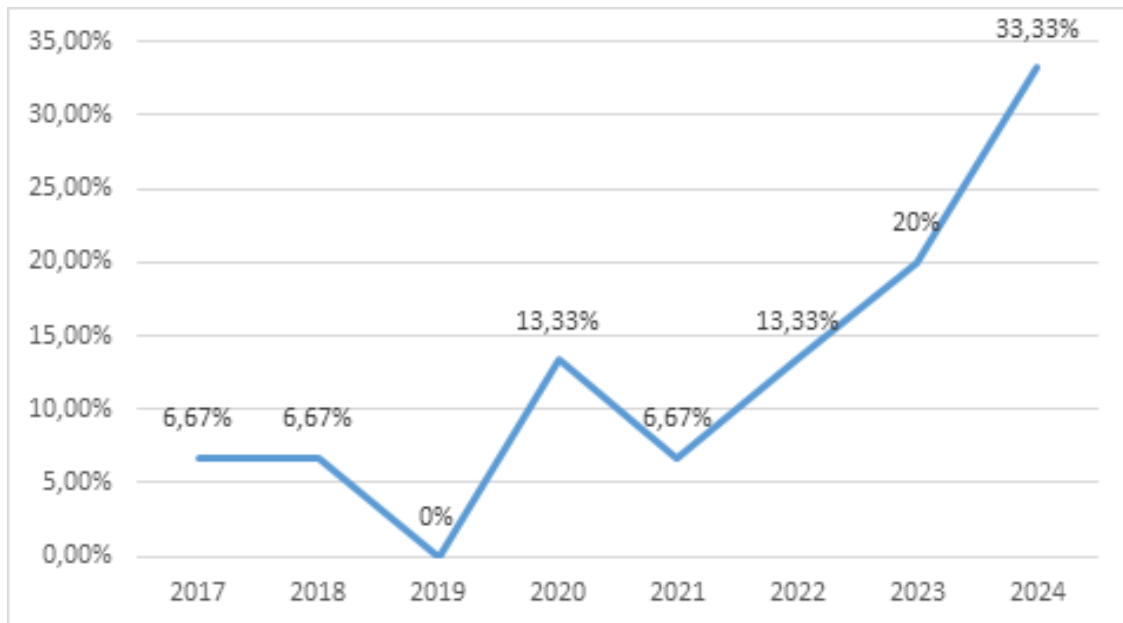
**Figura 4.** *Relaciones de co-ocurrencia de palabras clave de la base de datos generado en Scopus*



*Nota.* Elaboración propia.

El análisis de la progresión porcentual de los artículos publicados entre 2017 y 2024 muestra una tendencia variable con un crecimiento significativo en los últimos años. En 2017 y 2018, la producción se mantuvo en un nivel bajo y constante del 6.67 %, seguido de una ausencia total de publicaciones en 2019. Sin embargo, a partir de 2020 se observa un repunte con un 13.33 %, que se mantiene en 2022 tras una ligera caída en 2021 (6.67%).

El crecimiento se vuelve más pronunciado en 2023, pues alcanza un 2 % y culmina en 2024 con el valor más alto del período (33.33 %). Esta evolución sugiere un incremento progresivo en el interés y la producción de investigaciones en el área, lo que podría estar asociado a una mayor conciencia sobre la relevancia del tema, un aumento en los recursos destinados a la investigación o un crecimiento en la cantidad de investigaciones enfocadas en la materia.

**Figura 5.** Progresión porcentual de la publicación de artículos seleccionados

Nota. Elaboración propia.

### 4.3. Discusión

La ingeniería ambiental se ve en la necesidad de entender las ciencias sociales para la comprensión del aspecto cultural, con la finalidad de aplicar adecuadamente las tecnologías. Por ejemplo, la ingeniería tiene retos en evaluar las regiones donde la salubridad es deficiente en la infraestructura hídrica (Mihelcic *et al.*, 2017). Los beneficios proecológicos de la tecnología establecen espacios de análisis y revisión de la relación con el entorno humano, así como la configuración de técnicas avanzadas y apropiadas para asegurar un equilibrio biológico eficiente para el medioambiente. A su vez, la tecnología permite que los ingenieros puedan reducir la cantidad de recursos no renovables, implementando cambios en la gestión de residuos (Barango y Austin, 2024).

La tecnología en ingeniería ambiental se destaca por el aprovechamiento de recursos y la minimización de los daños del desarrollo industrial. Las denominadas tecnologías ambientales regenerativas (TAR) son aplicadas para la práctica ética debido a su enfoque en los principios de producción restaurativos, autodeterminados y coevolutivos (Cardoso y Gouttefanjat, 2022). Así también, el *machine learning* permite la creación de sistemas ambientales con cambios constantes y controlados, que sirve para el modelado de situaciones

particulares para predecir su reacción e impacto futuro (Bressane *et al.*, 2024).

Por otro lado, el *deep learning* en la ingeniería ambiental es capaz de aprender a través de grandes volúmenes de datos sobre anomalías en el medio ambiente, esto le permite observar simulaciones precisas y las consecuencias negativas de las mismas (Adewale *et al.*, 2024). La manipulación de datos también puede efectuarse mediante la inteligencia artificial, ya que se puede recopilar información sobre la productividad de la industria extractiva de materias primas y la contaminación derivada de ella (Talaie *et al.*, 2024).

Estas tecnologías impulsan el trabajo técnico de los ingenieros ambientales, no obstante, la adquisición de estas herramientas debe ir acorde con la economía de la empresa para designar proyectos a futuro (Mihelcic *et al.*, 2017). Aquellos proyectos funcionan para la optimización de recursos a través de la especialización de la comunidad en prácticas sostenibles, aumentando así la seguridad ambiental y alimentaria (Buitrago *et al.*, 2020; Collantes y Velazco, 2024).

En cuanto a las medidas de la educación superior para el alcance de los ODS, se observa que los estudiantes de ingeniería ambiental poseen necesidades en su formación que deben ser evaluadas. Estos estudiantes pueden mejorar la ejecución de proyectos por medio de materias que estimulen a los futuros ingenieros ambientales sobre temas de ética e impacto social, lo que les brinda herramientas para analizar problemas sociales y desafíos en el uso de la tecnología (Ramos *et al.*, 2023). Asimismo, los estudiantes de ingeniería ambiental pueden complementar su trabajo mediante la participación en otras áreas de la ciencia para intervenir de una forma más completa en el crecimiento del calentamiento global excesivo, en el cuidado de los suelos, en la gestión del agua y en la prevención de desastres naturales (Pawłowski, 2023).

El compromiso de las universidades para el desarrollo sostenible es fomentar actitudes positivas a través de programas de educación ambiental para prevenir crisis globales a futuro (Velásquez y Castillo, 2023). Por ello, se plantea la aplicación de programas curriculares de ingeniería que aborden problemas ambientales actuales en conjunto con otras áreas de las ciencias (Buitrago *et al.*, 2020).

Estas materias forman a ingenieros capaces de generar debates y conversaciones con responsables políticos para implementar prácticas circulares en la gestión de residuos y una adecuada planificación urbana (Saeed *et al.*, 2023). Esto sirve también para efectuar regulaciones normativas para que los ingenieros ambientales tengan un rol central en la protección y restauración de los ecosistemas (Velásquez y Castillo, 2023).

Este tipo de materias universitarias provocan una reestructuración en el currículum para que vaya acorde a los objetivos relacionados con el alcance de la paz, los cambios globales, el desarrollo y la protección ambiental (Acosta-Castellanos y Queiruga-Dios, 2022). Esto involucra diferentes retos que debe afrontar la ingeniería ambiental. En la Tabla 8 se muestran los desafíos alineados a los ODS.

**Tabla 8.** Retos para lograr el desarrollo sostenible desde la ingeniería ambiental

|                                                                                              |                                                                                                                                                                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Comprender la importancia de la perspectiva histórica a medida que avanza el tiempo.         | Integrar las diferencias entre lo rural y lo urbano.                                                                                                               |
| Gestión de las emisiones de carbono y su impacto en el clima.                                | Comprender el vínculo entre desarrollo y salud.                                                                                                                    |
| Abordar las complejas interacciones de los sistemas agua-energía.                            | Integrar la sinergia inherente entre los objetivos de desarrollo en materia de agua, saneamiento e higiene y seguridad alimentaria, y la recuperación de recursos. |
| Transición a una economía verde.                                                             | Supervisión, evaluación y asistencia avanzados                                                                                                                     |
| Integrar cultura, percepción y comportamiento con los avances de la ciencia y la tecnología. | Formar ingenieros competentes a escala mundial.                                                                                                                    |

*Nota.* Adaptado de Mihelcic *et al.* (2017)

La administración de la energía también es un tema a tratar en estos estudios. La adopción de energías renovables como la solar, la eólica, la bioenergética y la biomasa es indispensable para reducir la explotación basada en combustibles fósiles (Elnashaie, 2018). Las formas en las que cambia el flujo de materiales hacia un enfoque sostenible dependen de las nuevas estrategias de producción, en las que se renuevan las maneras de consumo de materiales. En la Tabla 9 se presentan las nuevas opciones de producción y consumo de materias primas con un enfoque sostenible.



**Tabla 9.** *Formas innovadoras en el aprovechamiento de materiales*

|                                   |                                                              |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Reducir el flujo de materiales    | Uso de tecnologías que manipulen menos energía y materiales. |
| Ralentizar el flujo de materiales | Desarrollo de productos duraderos.                           |
| Cerrar el flujo de materiales     | Reutilización de materiales.                                 |
| Sustituir el flujo de materiales  | Cambio de materiales para su reutilización.                  |

*Nota.* Adaptado de Pawłowski (2023).

Esto evidencia una transición hacia modelos de producción y consumo más sostenibles, ya que la reutilización de materiales y la optimización de los recursos se han convertido en estrategias clave para reducir el impacto ecológico y fomentar una economía circular (Buitrago *et al.*, 2020). A continuación, en la Tabla 10 se presentan algunos de los modelos más efectivos para la reutilización y regeneración de materiales, los cuales contribuyen a la innovación en los procesos productivos.

**Tabla 10.** *Modelos efectivos de reutilización de materiales*

|                               |                                                                                                                                  |
|-------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Cradle-to-cradle</i> (C2C) | Elaboración de un sistema regenerativo, el cual se inspira del ciclo natural de los materiales del medio ambiente.               |
| Simbiosis industrial          | Evalúa la utilidad de los desechos o subproductos de una empresa para que sirvan en el desarrollo de productos de otra compañía. |
| Producto como servicio        | Fomenta la creación de productos duraderos, los cuales tienen la capacidad de ser reparables y actualizables.                    |

*Nota.* Adaptado de Saeed *et al.* (2023).

Estos modelos desempeñan un papel fundamental en el impulso de la sostenibilidad y el bienestar social, ya que permiten optimizar el uso de los recursos y minimizar la generación de residuos (Buitrago *et al.*, 2020). En este sentido, los ingenieros ambientales, gracias a sus conocimientos técnicos y su capacidad de análisis, juegan un rol clave en la implementación de estrategias que mejoran la gestión y el aprovechamiento de los recursos naturales (El-nashaie, 2018).

## 4.4. Conclusiones

La ingeniería ambiental ha desempeñado un papel fundamental en la transición hacia el desarrollo sostenible, ya que ha integrado conocimientos científicos y tecnológicos para abordar problemáticas ambientales de manera innovadora. A través de la implementación de tecnologías avanzadas (*machine learning*, *deep learning* e inteligencia artificial), y el diseño de estrategias de gestión eficiente de recursos, esta disciplina contribuye directamente a la mitigación de impactos ecológicos y el cumplimiento de los ODS.

Además, la formación de los futuros ingenieros debe considerar no solo aspectos técnicos, sino también la relación entre la sociedad y el medioambiente. La educación superior juega un papel clave al fomentar programas que aborden estos desafíos desde una perspectiva interdisciplinaria, preparando profesionales capaces de desarrollar soluciones innovadoras y sostenibles.

Diversas áreas de estudio han abordado la relación entre la ingeniería ambiental y los ODS, desde investigaciones sobre tecnologías regenerativas hasta análisis de la gestión de residuos y energías renovables. A su vez, la educación superior ha jugado un rol clave al integrar estos temas en la formación de los ingenieros, asegurando que su conocimiento técnico vaya acompañado de una comprensión profunda de los desafíos ambientales y sociales de la actualidad.

## **CAPÍTULO V**

### **INGENIERÍA AMBIENTAL EN LA SOSTENIBILIDAD**

La sostenibilidad y el desarrollo económico son dos términos que, en momentos de crisis ambiental, deben funcionar siguiendo el principio de no explotar los recursos hasta agotarlos de forma indiscriminada. A su vez, las sociedades, los Gobiernos y las organizaciones tienen la obligación de proteger y conservar el medio natural, tomando en cuenta que los ecosistemas no son una fuente inagotable de recursos. Así pues, la sostenibilidad ambiental pone énfasis en la preservación de la biodiversidad, pero sin renunciar al progreso socioeconómico; es decir, es posible aspirar a la rentabilidad y ganancias netas en función a la cohesión de las comunidades y su estabilidad, de manera que todos tengan acceso a las mismas oportunidades.

En el cuidado y la protección de la naturaleza, la ingeniería ambiental desempeña un rol preponderante debido a su naturaleza flexible, que hace posible el desarrollo de diferentes estrategias dirigidas al manejo y uso responsable de los recursos naturales. Es así como esta disciplina, a través de su enfoque práctico y teórico fundamentado en los conocimientos científicos y la tecnología, permite el control de la contaminación, el manejo de la energía y la gestión ambiental en todo tipo de obra pública o privada. Los especialistas en medioambiente poseen determinadas habilidades interdisciplinarias, holísticas y sistémicas que los facultan para la formulación, planeación, desarrollo y ejecución de investigaciones de proyección socioambiental que abordaron problemáticas particulares del contexto.

Es importante reconocer que todas las actividades humanas provocan impactos sobre el ambiente; en consecuencia, toda iniciativa debe saber identificar mecanismos de control y mitigación de la degradación de los ecosistemas a corto, mediano y largo plazo. En ese sentido, los ingenieros de sostenibilidad están abocados a planificar, crear e implementar sistemas que ayuden a reducir los desechos, la contaminación y otros tipos de escombros relacionados con

las operaciones industriales, así como coordinar procedimientos de reciclaje y reducción en sitios industriales y de fabricación. Igualmente, se procura el tratamiento y la eliminación de residuos de conformidad con las normas ambientales y de salud pública y gubernamental para salvaguardar las condiciones del medioambiente.

## **5.1. Tecnologías sostenibles para la mitigación del impacto ambiental**

El sector empresarial es un agente activo entre los recursos de la naturaleza, los mercados y los servicios finales; por lo mismo, la oportuna delimitación de sus tareas juega un papel determinante en la actual crisis climática y la supervivencia de las especies. En ese vaivén comercial, las oportunidades de aplicar la tecnología también han configurado una suerte de entropía en la cual el ambiente termina siendo depósito de casi cincuenta millones de toneladas de desechos tóxicos (Flores, 2023), que pone en duda sus ventajas utilitarias.

El vertiginoso avance de la innovación en la cotidianidad del ser humano ha promovido la obsolescencia de dispositivos que no solo contaminan a lo largo de su vida, sino que también lo hacen una vez depreciado su valor. Algunas cifras reveladas por Oreskes (2022) muestran cómo un centro de datos que brinda servicios de acceso, reproducción y almacenamiento de contenido *online* representa un consumo de energía similar al de cincuenta mil hogares; es decir, la emisión de CO<sub>2</sub> del tráfico digital equivale al 7 % de la electricidad mundial.

No caben dudas sobre la transformación radical que ha provocado la tecnología en las vidas de millones de individuos; sin embargo, solo a través de un enfoque verde y sostenible, a largo plazo, será posible una colaboración efectiva entre medioambiente y tecnología, que garantice un crecimiento económico equilibrado. Y es que la propia tecnología puede dar soluciones a su impacto cuantitativo y cualitativo sobre el hábitat, asumiendo indicadores de alta competitividad, sustentabilidad y productividad aplicados a tareas de captación de dióxido de carbono, el reciclaje de residuos electrónicos, entre otros más.

Invertir en una estrategia clara de investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) no solo les garantiza a las compañías beneficios económicos y una mejor adaptación al mercado, también tienen el potencial de enfrentar los retos del cambio climático y las enfermedades crónicas (Plan Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación, 2024). Es así como el I+D+i posibilita un progreso sostenible y mejoras en la calidad de vida, el mismo que está distribuido con mayor énfasis en los campos de la biotecnología, las energías renovables, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y la inteligencia artificial (IA).

La protección y preservación medioambiental supone la búsqueda permanente de nuevos sistemas de organización, con procesos y tecnologías innovadoras orientadas a obtener el máximo nivel de rendimiento comercial, pero reduciendo los efectos negativos al entorno. Al respecto, Krantz y Jonker (2024) entienden que una tecnología tiene la doble tarea de generar nuevos mecanismos utilizando procesos y materiales sostenibles, y utilizar esos mismos dispositivos para abordar las problemáticas del mundo de hoy, pero tomando en cuenta criterios medioambientales, sociales, económicos y de gobierno corporativo.

**Tabla 11.** *Ejemplos de tecnologías sostenibles que minimizan el impacto ambiental*

|                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cloud computing              | También llamada nube, permite el almacenamiento ilimitado de datos sin usar dispositivos físicos, ello supone la disminución de las emisiones de carbono al entorno en un 84 %. Además, resulta más seguro, permite una mayor flexibilidad en trabajo remoto y agiliza los procesos sin mayores costes para las compañías. |
| Inteligencia artificial (IA) | Una tecnología en expansión entre las organizaciones debido a su capacidad para procesar grandes enormes bases de información y aprender de la interacción, aumentando el nivel de productividad, así como una provechosa reducción de recursos. Los ámbitos que más emplean la IA son los de comunicaciones y TIC.        |
| Firma electrónica            | Su utilización va en aumento debido a que por cada transacción se evita el consumo de tres folios de papel de media, lo cual significa un importante ahorro de emisiones, mayor movilidad a los flujos de trabajo con procesos inmediatos y capacidad de respuesta ágil.                                                   |
| Redes 5G                     | Aumenta la velocidad de conexión, mejora en el ancho de banda y brinda mayor seguridad. A la par, reduce el consumo energético de los dispositivos e incrementa la durabilidad de la batería.                                                                                                                              |

|                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tecnologías que miden el CO <sub>2</sub> | En estos últimos años, las empresas vienen apostado por el uso de sistemas de energía renovable para la climatización y calefacción de ambientes, así como sistemas de iluminación y climatización de bajo consumo que regulan el consumo energético.                                                                               |
| Baterías de consumo eléctrico            | Ante el considerable costo y volumen de las actuales baterías para almacenar energía, se han desarrollado sistemas de autoconsumo más asequibles y de mayor eficiencia debido a sus parámetros para no volcar tanta energía a la red en momentos de alta producción y menor necesidad, tan solo durante una mayor demanda y precio. |
| Paneles solares                          | Esta tecnología no contamina, es inagotable y se renueva, no emite gases de efecto invernadero, y es más barata que la convencional, la cual se prevé se haya multiplicado por seis hasta superar los tres mil GW para el año 2040.                                                                                                 |
| Tecnologías hídricas sostenibles         | La IA, el 5G o los gemelos digitales son tecnologías que pueden evitar el estrés hídrico extremo, aplicando una gestión y medición del agua potable de manera equilibrada y equitativa.                                                                                                                                             |
| Hidrógeno verde                          | Involucra la eliminación del combustible fósil, pero sin cambiar el sistema de transporte o productivo. Se convierte en un mecanismo de descarbonización que almacena electricidad renovable.                                                                                                                                       |
| Vehículos eléctricos                     | De gran impacto en la reducción de emisiones ya que se alejan del combustible fósil y dependen de una electricidad renovable con un 50 % menos de CO <sub>2</sub> a lo largo de su vida útil desde su fabricación.                                                                                                                  |

*Nota.* Tomado de Quiñoy (2025).

La vigorosa alianza entre tecnología y medioambiente es una relación necesaria y de éxito que, según los pronósticos de la Unión Europea (UE), cada euro invertido en I+D+i en el marco del fomento de una bioeconomía circular generaría diez euros de valor añadido para el 2025 (Sicilia, 2023). En ese sentido, las tecnologías sostenibles involucran además el desarrollo de métodos integrados libres de contaminantes durante la fase de producción y que limiten la emisión de desechos tóxicos al final de los procesos. Igualmente, incluye una cultura que fomente la creatividad y la toma de riesgos para replantear modos de trabajo ecoamigables y la promoción de conocimientos medioambientales.

Al desarrollar e implementar tecnología medioambiental, las empresas tienen la oportunidad de aplicar desde tecnologías físicas como los paneles solares, hasta *softwares* de gestión del rendimiento, órdenes de compra o generación de informes, los cuales consideran una serie de factores vinculados con

los recursos utilizados, los proveedores de materiales y los posibles resultados negativos en el tránsito y fin del ciclo de vida útil de la tecnología. En tal sentido, la tecnología sostenible procura el aprovisionamiento de una mentalidad o filosofía que rige la acción corporativa cuando se trata de crear e implementar tecnologías.

## **5.2. Impacto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en el ambiente y la sociedad**

En los últimos años, la concientización ambiental ha ido ganando mayor terreno entre los ciudadanos del mundo; un clamor colectivo que le hace frente a una exacerbada seguidilla de problemáticas socioambientales en todo el planeta (Antolín-López *et al.*, 2019); a pesar de que existen impactos dañinos a resolver por parte del sector de la tecnología. Así pues, el cambio climático, la pobreza y escasez de agua, la contaminación del mar, los deshielos del Ártico, entre otros desafíos, se han visto resumidos en los diecisiete ODS de la Naciones Unidas que configuran el marco de acción universal más trascendental para garantizar el bienestar del ecosistema, las personas y las economías (Lange *et al.*, 2019).

Si bien estos propósitos de sostenibilidad fueron establecidos inicialmente para un rango de actuación a nivel país o gubernamental, la Agenda 2030 remarca la importancia de una intervención colectiva que involucre la participación de diferentes *stakeholders* para conseguir estos objetivos siempre bajo una adecuada gestión empresarial. Por otra parte, resulta preocupante que el ámbito universitario no haya replicado el creciente interés por los ODS que vienen mostrando los campos profesional, gubernamental y científico.

Dada la gravedad, magnitud y escala global de tales conflictos, la enseñanza superior se convierte en un factor crítico y valioso, pero subutilizado para lograr el éxito de los ODS. Dada su capacidad para suscitar valores, comportamientos y actitudes sostenibles en toda la estructura corporativa y académica (Montiel *et al.*, 2020), resulta cuestionable no saber aprovechar su potencial para la formación del futuro ciudadano y líder comprometido con la sostenibilidad. De acuerdo con Ross (2023), se advierte el descuido de los pa-

íses para cumplir de forma insuficiente e incoherente estas metas sin el apoyo de las universidades, con grandes vacíos en el intercambio de datos entre estas y los responsables políticos.

Respecto al párrafo anterior, es evidente la deficiente adquisición de habilidades críticas que conduzcan a realizar acciones responsables con el medio ambiente. Se trata de educar para una comprensión que induzca acciones a favor de la supervivencia humana y la protección del ecosistema en un cuadro de diversidad cultural, diálogo intercultural y tolerancia. Esa falta de preparación, señala Barba (2019), ha provocado que la enseñanza de la educación ambiental se haya reducido a la planificación de salidas de campo o talleres en manos de especialistas, así como visitas a determinados centros de interpretación.

Desde su implementación en 2015, el ritmo del progreso hacia el logro de los ODS ha sido insuficiente y dispar entre una y otra nación. Esta ralentización abre paréntesis a una profunda reflexión de las organizaciones públicas y las corporaciones para reaccionar con rapidez y a mayor escala si se quiere llegar al 2030 con saldos positivos. Las barreras que más complican la aplicación oportuna de la agenda universal serían la falta de una fuerte inversión financiera, la heterogeneidad de realidades y retos por región en cada país, y los efectos de la última pandemia, que añadieron y destaparon otro tipo de obstáculos.

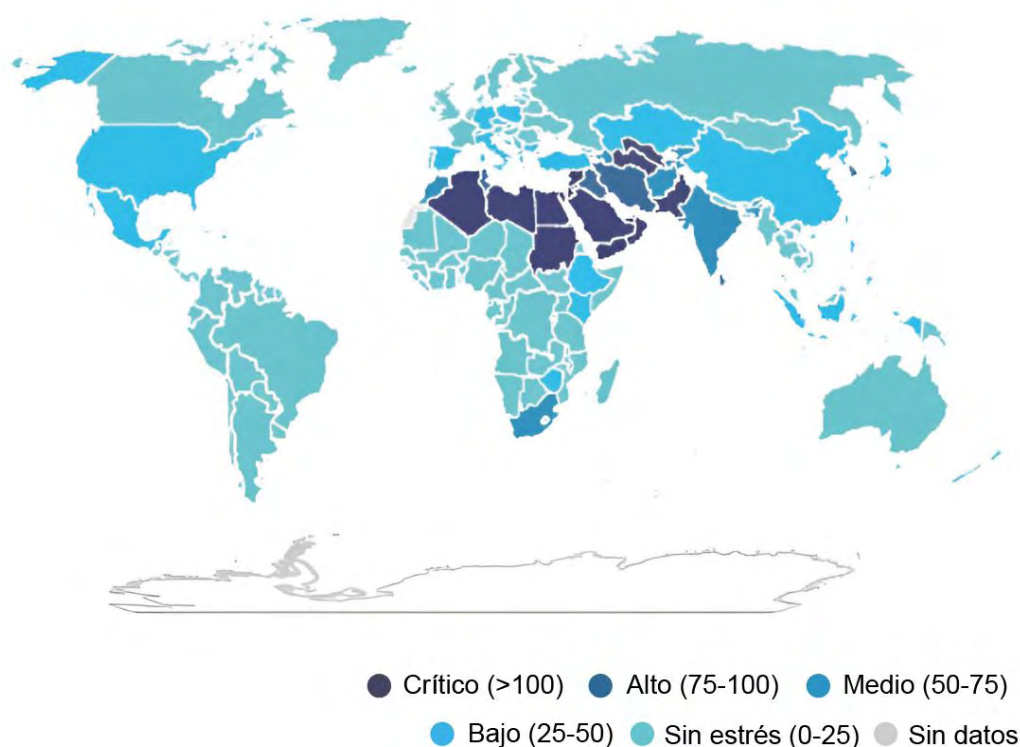
A estas alturas del camino, existen tres puntos importantes a considerar para asumir de la mejor manera los encargos descritos en la Agenda 2030 de Naciones Unidas. El primero en el listado del Tecnológico de Monterrey (2022), se vincula con la premura de aumentar la inversión responsable del sector privado constantemente; en segundo plano, se deben adicionar los criterios de competitividad y rentabilidad en el manejo e impacto del financiamiento. Por último, será sustancial desarrollar asesoramientos que faciliten el acceso de la experiencia y el conocimiento para establecer principios, procesos y prácticas sostenibles.

Hoy en día, el impacto de los ODS ha obligado a que las gerencias de las compañías más grandes del mundo se comprometan a interiorizar los aspectos claves de la sostenibilidad y sustentabilidad en su administración y estrategias, de tal forma que beneficien a quienes integran la estructura corporativa y las



colectividades alrededor. Esta serie de iniciativas no solo reflejan el creciente interés del empresario por generar un impacto socioambiental positivo con retornos financieros, también involucran una incesante presión de los grupos poblacionales para exigir una mayor responsabilidad social por parte de los negocios.

**Figura 6.** Nivel de estrés hídrico: extracción de agua dulce según el total de recursos



*Nota.* Tomado de Naciones Unidas (2022).

Si bien los ODS son un motor sustancial para transitar hacia un modelo ecoamigable, aún se trata de un andar muy lento. Reportes recientes advierten de la urgencia por modernizar el sistema financiero global para provocar nuevas oportunidades que permitan a las firmas ser parte y solución de las problemáticas modernas. En dichas condiciones, los escenarios varían según el país y los objetivos a cubrir; según World Health Organization [WHO] y United Nations Children's Fund [Unicef] (2019) existen al menos sesenta millones de gente en Latinoamérica y el Caribe sin acceso al servicio de saneamiento básico, y otros veinte millones se ven impedidos de beneficiarse del servicio de agua potable.

La enseñanza de los ODS es vital para la formación en valores y acciones que fortalezcan el compromiso ciudadano con el bienestar personal, social y ambiental. Esta prioridad es irrenunciable de cara a cumplir con estos ambiciosos desafíos globales hacia el 2030. Sin embargo, cerrar estas brechas sobrepasa la capacidad de un solo actor cuando la magnitud de la necesidad es tremenda. Como señalan Azevedo *et al.* (2019), la importancia de aumentar el financiamiento y apoyo de los organismos transnacionales es crucial; aun así, el éxito de cualquier planteamiento sustentado en los ODS comprende hacer el mejor uso posible de estas inversiones, que a la larga atraerán más recursos.

### **5.3. Aporte de la ingeniería ambiental en la conservación del medioambiente**

La innovación y sostenibilidad son dos términos que interactúan cada vez más con el reto de conservar los ecosistemas. Esta preocupación constante insiste en la relevancia de una educación ambiental como herramienta clave para la formación de gente con una filosofía ecológica sostenida, sistémica y transformadora (Gonzalez, 2018). Sin embargo, la enseñanza desde y para el progreso ecológico ha caído en algunos que impiden extenderla por completo en los programas y cursos académicos actuales, mutilando la motivación de los jóvenes para aprender sobre valores ambientales (Schönfelder y Bogner, 2020).

Ante un panorama de desinformación, la ingeniería ambiental surge como un catalizador para impulsar prácticas respetuosas y responsables con la naturaleza en todos los niveles de la sociedad. Se trata de una disciplina imprescindible para el estudio e interpretación de las problemáticas del planeta, y cuyo objeto es diseñar, aplicar y potenciar tecnologías en favor del desarrollo sostenible. A medida que los pueblos crecen y la esperanza de vida es mayor, la demanda por recursos naturales también aumentará; por lo tanto, el papel de la ingeniería es crucial para controlar el impacto en el medioambiente y asegurar que los planes de desarrollo económico sean afines con la conservación del hábitat.

En palabras de Avendaño (2024), los especialistas ambientales plantean diversos proyectos para distintos sectores y conflictos, todos vinculados al

cuidado, prevención, mitigación, compensación y restauración del ecosistema, aplicando soluciones técnicas y estrategias de gestión y tratamiento de los contaminantes. A la par de impulsar el progreso sostenible con el desarrollo de tecnologías que mejoren la calidad del suelo y aire, asumen el reto de minimizar la huella ambiental de las industrias y actividades humanas a través de asesoramiento que promuevan proyectos comerciales ambientalmente sostenibles.

El camino hacia una cultura ecológica consistente radica en el fomento de una educación ambiental colectiva que despierte conciencia sobre las dificultades ambientales junto con la promoción de prácticas verdes en la rutina del ciudadano, como son el uso eficiente del agua, el ahorro de energía, el uso del transporte público y el reciclaje de residuos. En tal sentido, será fundamental dirigir la mirada hacia los principios que regulan el ecosistema a nivel mundial, regional y local, lo cual termina siendo beneficioso para la investigación y genera mayor claridad sobre las recomendaciones internacionales dirigidas a encontrar un punto de equilibrio entre el desarrollo humano y su entorno físico.

Prestar atención al interés de las industrias por conseguir posicionamiento en la sociedad, y enfatizar en la implementación de sistemas de producción sostenible, justifica el motivo legítimo de la ingeniería ambiental. Y es que son estos profesionales los que aparecen en la primera línea de la planificación y ejecución de proyectos ajustados a una explotación de los recursos con la necesidad de preservar el ambiente. Como sustenta la ECLAC (2019), la justa medida entre las ganancias económicas, el consumo y producir más y mejores bienes descansa en el uso de menos recursos y reduciendo la degradación.

Finalmente, el desarrollo económico y social de los países abarca también la gestión y la recuperación de los recursos deteriorados o fragmentados, además de promocionar otras fuentes de energía renovables. Ello cobra mayor relevancia en zonas de grandes contrastes y diversidad geográfica, condiciones que generan variados ecosistemas que requieren una gestión cuidadosa. Por ende, es prioritario inculcar la comprensión de la integridad de la naturaleza de la tierra, la unidad de sus procesos y reconocer la relación presente entre el hombre y la naturaleza (Ivanovna *et al.*, 2020).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta, M. R., Vizcaíno, P. I., Torres, G. A., Veintimilla, L. E. y Maldonado, I. A. (2025). Integración de la sostenibilidad en los planes de estudio universitario. *Revista InveCom*, 05(01). <https://doi.org/10.5281/zenodo.12637783>

Acosta-Castellanos, P. M. y Queiruga-Dios, A. (2022). Education for sustainable development (ESD): an example of curricular inclusion in environmental engineering in Colombia. *Sustainability*, 14(16), Article 16. <https://doi.org/10.3390/su14169866>

Adewale, A. A., Oshilalu, A. Z., Ajayi, F. y Babasaleh, A. M. (2024). Leveraging deep learning for enhancing sustainability in environmental engineering: recent advances in zero-emission technologies and integration of alternative energies. *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*. <https://doi.org/10.56726/IRJMETS61602>

Aguado-Hernández, J. A., Rodríguez del Pino, J. A. y Abellán López, M. Á. (2023). La economía social responsable y los Objetivos de Desarrollo Sostenible frente a la crisis post-COVID-19: La voz de las personas expertas. CIRIEC - España: *Revista de Economía Pública, Social y Cooperativa*, 107, 289. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.107.20681>

Albaladejo, M., Mirazo, P. y Franco Henao, L. (2021, 26 de marzo). *La economía circular: un modelo económico que lleva al crecimiento y al empleo sin comprometer el medio ambiente*. Naciones Unidas. <https://news.un.org/es/story/2021/03/1490082>

Albuquerque, R., Koskinen, Y. y Zhang, C. (2019). Corporate social responsibility and firm risk: theory and empirical evidence. *Management Science*, 65(10), 4451-4469. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2018.3043>

Alva, J. E. (2018, 03 de julio). *Aportes de la ingeniería al desarrollo nacional. Desafíos en infraestructura* [archivo PDF]. Colegio de Ingenieros del Perú (CIP). <https://goo.su/UPh5RF>

Andretich, S. M. (2019, 18 de setiembre). *La importancia de la ingeniería en el cuidado del medioambiente*. Pontificia Universidad Católica de Argentina. <https://uca.edu.ar/es/noticias/la-importancia-de-la-ingenieria-en-el-cuidado-del-medioambiente>

Antolín-López, R., Martínez del Río, J. y Céspedes-Lorente, J. J. (2019). Environmental entrepreneurship as a multi-component and dynamic construct: Duality of goals, environmental agency, and environmental value creation. *Business Ethics, the Environment & Responsibility*, 28(04), 407-422. <https://doi.org/10.1111/beer.12229>

Avendaño, A. (2024, 22 de abril). *Día de la Tierra: construyendo un futuro verde desde la ingeniería*. Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. <https://goo.su/9eEPE>

Azevedo, V., Bautista, E. y Sullivan, N. (2019, 11 de octubre). *Medir el impacto de los proyectos es clave para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. Inter American Development Bank (IDB). <https://goo.su/NcZLd>

Azoulay, A. (2025, 04 de marzo). *Día mundial de la ingeniería para el desarrollo sostenible*. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). <https://www.unesco.org/es/days/engineering-sustainable-development>

Barango, D. O. y Austin, E. E. (2024). The role of the environmental engineers in environmental sustainability. *Journal of Progress in Engineering and Physical Science*, 03(02), Article 2.

Barba, M. (2019). Límites e indefiniciones de la educación ambiental, un debate permanente. *Revista de Educación Social*, 28, 09-31. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6877383>

Barquero, W. G. B. (2022). Análisis de prisma como metodología para revisión sistemática: una aproximación general. *Saúde em Redes*, 08(sup1), Article sup01. <https://doi.org/10.18310/2446-4813.2022v8nsup1p339-360>

Barrero, R., Hernández, Y., Font, M. y Pravia, M. (2020). Evaluación de resultados de la gestión de los gobiernos locales: una alternativa para asegurar el control de los ODS. *Revista Centroamericana de Administración Pública*, (78), 150-161. <https://ojs.icap.ac.cr/index.php/RCAP/issue/view/11>

BBVA (2024, 06 de octubre). ¿Qué es la economía circular? Reduce, recicla y reutiliza. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-la-economia-circular/>

BBVA (2025, 20 de enero). ¿Qué es la sostenibilidad? Un camino urgente y sin marcha atrás. <https://goo.su/DFUBf>

BBVA. (2025, 10 de enero). ¿Qué es el desarrollo sostenible? Del concepto a los objetivos. <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-desarrollo-sostenible-del-concepto-a-los-objetivos/>

Beagon, U., Kövesi, K., Tabas, B., Nørgaard, B., Lehtinen, R., Bowe, B., Gillet, C. y Spliid, C. M. (2023). Preparing engineering students for the challenges of the SDGs: What competences are required? *European Journal of Engineering Education*, 48(01), 01-23. <https://doi.org/10.1080/03043797.2022.2033955>

Bonilla, K. D., Cuero, A. y García-Noguera, L. (2024). Educación ambiental para el desarrollo sostenible: Revisión de estrategias pedagógicas en contextos locales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 08(06). [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v8i6.15768](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i6.15768)

Boria-Reverter, S., Romeo, M., Yepes-Baldó, M. y Rayón-Valpuesta, M. L. (2021). Desafíos y oportunidades del sistema financiero; sostenibilidad y estabilidad financiera. *Cuadernos del CIMBAGE*, 02(23), 18-32. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9693722>

Bressane, A., Garcia, A. J. da S., Castro, M. V. de, Xerfan, S. D., Ruas, G. y Negri, R. G. (2024). Fuzzy machine learning applications in environmental engineering: does the ability to deal with uncertainty really matter? *Sustainability*, 16(11), Article 11. <https://doi.org/10.3390/su16114525>

Buenaño, D. (2024, 12 de enero). *Revolucionando la cadena de suministro: el papel de las tecnologías emergentes y los ingenieros industriales*. Forbes Ecuador. <https://goo.su/Q7YW>

Buitrago, M. E., Santacoloma, S., Villegas, L. C. y Martínez, M. A. (2020). Educación para la sostenibilidad en ingeniería ambiental como aporte al desarrollo social. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. <https://doi.org/10.26507/ponencia.709>

Bustamante-Mora, A., Diéguez-Rebolledo, M., Hormazábal, Y., Millar, L., y Cadena, R. (2024). Challenges and opportunities for sustainable engineering: products, services, technologies, and social inclusivity with a gender approach. *Sustainability*, 16(05), Article 5. <https://doi.org/10.3390/su16051888>

Cajiga, J. F. (2022, 19 de diciembre). *La importancia de un líder consciente y sostenible*. LinkedIn. <https://es.linkedin.com/pulse/la-importancia-de-un-l%C3%ADder-consciente-y-sostenible-j-felipe>

Cardoso, I., y Gouttefanjat, F. (2022). Sustentabilidad, tecnología ambiental y regeneración ecosistémica: retos y perspectivas para la vida. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(02), 142-157.

Castiblanco, C. (2020, 04 de junio). *10 mandamientos sostenibles para ser más amigable con el medio ambiente*. Alcaldía de Bogotá. <https://goo.su/bFal>

Cerrillo, A. (2024, 18 de diciembre). *La destrucción de la naturaleza recibe 35 veces más fondos que su preservación*. La Vanguardia. <https://goo.su/blTdKo9>

Collantes, J. A. y Velazco, N. C. (2024). Aportes de la ingeniería ambiental, el desarrollo sostenible y los derechos ambientales en la ejecución y funcionamiento del megapuerto de Chancay, Perú. *Revista Científica: Biotech and Engineering*, 04(02), Article 2. <https://doi.org/10.52248/eb.Vol4Iss2.163>

Consejo Nacional de Competitividad y Formalización [CNCF] (2020, 11 de septiembre). *Sostenibilidad Ambiental*. Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). <https://goo.su/KVGv>

Daria, M., Krzysztof, L. y Jakub, M. (2020). Characteristics of biodegradable textiles used in environmental engineering: a comprehensive review. *Journal of Cleaner Production*, 268, 122129. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122129>

De la Rosa Leal, M. E. (2021). El enfoque de sostenibilidad en las teorías organizacionales. *Trascender, Contabilidad y Gestión*, 06(17), 87-102. <https://doi.org/10.36791/tcg.v0i17.102>

Divitt, J. (2021, 09 de julio). *Ecología industrial: ¿cómo pueden las empresas producir sin afectar el medio ambiente?* Universidad EAN. <https://goo.su/ZYxbKPg>

DoGood People (2021, 07 de mayo). *Los principales índices de sostenibilidad*. <https://goo.su/XqLnf>

Durán, G., Pérez, A., y Tirado, S. (2023). El agua en la economía circular: Indicadores de circularidad. *Economistas*, 181, 295-301.

Economic Commission for Latin America and the Caribbean [ECLAC] (2019, 26 de abril). *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)*. <https://www.cepal.org/es/pagina/objetivos-desarrollo-sostenible-ods>

Elnashaie, S. S. E. (2018). Environmental engineering and sustainable development. *European Journal of Sustainable Development Research*, 02(01), 11. <https://doi.org/10.20897/ejosdr/75554>

Enel Green Power (2022, 17 de octubre). ¿Qué es la Agenda 2030 de las Naciones Unidas? Objetivos concretos para transformar el mundo. <https://www.enelgreenpower.com/es/learning-hub/gigawhat/buscar-articulos/articulos/2022/10/agenda-2030>

Ensign, P. C. (2022). Business models and sustainable development goals. *Sustainability*, 14(05), Article 5. <https://doi.org/10.3390/su14052558>

Escuela Superior de Comercio Internacional - Universitat Pompeu Fabra [UPF] (2020, 09 de enero). *Entendiendo la sostenibilidad económica*. <https://www.esciupfnews.com/2020/01/09/sostenibilidad-economica/>

Espíritu, M. S. (2023, 22 de agosto). *Ingeniería ambiental: ¿por qué se dice que es la carrera del futuro y dónde puedo estudiarla?* La República. <https://goo.su/7zhN2>

European Central Bank (2021). *Climate-related risk and financial stability* [archivo PDF]. European Systemic Risk Board. <https://goo.su/uKFoL>

European Parliament [EP] (2023, 24 de mayo). *Economía circular: definición, importancia y beneficios*. European Union (EU). <https://goo.su/36U384>

Fernández, B. (2025, 11 de febrero). Índices de sostenibilidad: qué son, cómo funcionan y por qué son clave para los inversores. BBVA. <https://goo.su/fTTqF>

Flores, J. (2023, 18 de enero). *La basura electrónica y su peligro para el medio ambiente*. National Geographic España. [https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/peligros-basura-electronica\\_13239](https://www.nationalgeographic.com.es/mundo-ng/peligros-basura-electronica_13239)

Font, L. y Móttola, J. P. (2020). La evaluación y los objetos de desarrollo sostenible (ODS): Coloquio con María Bustelo, Osvaldo Feinstein y Oscar García. *Cuadernos del Claeh*, 39(112), 161-190. <https://doi.org/10.29192/claeh.39.11>

Fraccaro, E. (2024, 24 de enero). *IPCC: el 7º informe sobre el clima se publicará en 2029*. 3Bee. <https://blog.3bee.com/es/el-septimo-informe-del-ipcc-sobre-el-clima-se-publicara-en-2029/>



Frazzetta, A. (2023, 13 de diciembre). ¿Qué es el desarrollo sostenible y por qué es importante? National Geographic. <https://goo.su/lotwdyo>

Fundación Aquae (2020, 01 de noviembre). *Los efectos de la guerra en el medio ambiente*. <https://www.fundacionaquae.org/guerra-medio-ambiente/>

García-Parra, de la Barrera, F., Plazas-Leguizamón, N., Colmenares-Cruz, A., Cancimance, A., Soler-Fonseca, D., García-Parra, de la Barrera, F., Plazas-Leguizamón, N., Colmenares-Cruz, A., Cancimance, A. y Soler-Fonseca, D. (2022). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible en América: panorama. *La Granja. Revista de Ciencias de la Vida*, 36(02), 45-59. <https://doi.org/10.17163/lgr.n36.2022.04>

Gericke, N., Boeve-de Pauw, J., Berglund, T. y Olsson, D. (2019). The sustainability consciousness questionnaire: the theoretical development and empirical validation of an evaluation instrument for stakeholders working with sustainable development. *Sustainable Development*, 27(01), 35-49. <https://doi.org/10.1002/sd.1859>

Glavič, P. (2022). Updated principles of sustainable engineering. *Processes*, 10(05), Article 5. <https://doi.org/10.3390/pr10050870>

Gonzales, H. (2018). *Políticas de educación ambiental universitaria y la responsabilidad social en la Universidad Andina del Cusco -2017* [tesis de doctorado, Universidad Andina del Cusco]. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/1941>

Gutiérrez, A. (2022, 09 de abril). *La guerra y el dilema de la sostenibilidad*. La República. <https://goo.su/VqntN0>

Haque, Md. S. y Sharif, S. (2021). The need for an effective environmental engineering education to meet the growing environmental pollution in Bangladesh. *Cleaner Engineering and Technology*, 04, 100114. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100114>

Harris, S., Martin, M. y Diener, D. (2021). Circularity for circularity's sake? Scoping review of assessment methods for environmental performance in the circular economy. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 172-186. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.09.018>

Hidalgo, E. (2022, 20 de junio). *Las finanzas también deben ser sostenibles*. Revista Digital Debates IESA. <http://www.debatesiesa.com/las-finanzas-tambien-deben-ser-sostenibles/>

Iberdrola (2020, 13 de febrero). *Los grandes problemas medioambientales a nivel mundial a resolver para 2030*. <https://goo.su/2vZvWWZ>

Impulso STEM (2024, 27 de marzo). *Ingenieras e ingenieros ayudan a cumplir con los ODS*. <https://impulsostem.com/historias-stem/ingenieras-e-ingenieros-ayudan-a-cumplir-con-los-ods/>

Ivanovna, N., Valerevich, L., Viktorovna, E., Grigorievna, O. y Vladimirovna, E. (2020). Environmental Education: Nurturing of the Humanistic Orientation of a Personality. *Universal Journal of Educational Research*, 08(11), 5529-5535. DOI: 10.13189/ujer.2020.081156

Krantz, T y Jonker, A. (2024, 24 de enero). ¿Qué es la tecnología sostenible? International Business Machines (IBM). <https://www.ibm.com/es-es/topics/sustainable-technology>

Lafortune, G. y Fuller, G. (2025). *Europe Sustainable Development Report 2025*. <https://eu-dashboards.sdgindex.org/>

Lange, A., Leal, W., Londero, L. y Sapper, J. (2019). Assessing research trends related to Sustainable Development Goals: local and global issues. *Journal of Cleaner Production*, 208, 841-849. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.242>

Lara-Hernández, J. A. y Melis, A. (2018). Understanding the temporary appropriation in relationship to social sustainability. *Sustainable Cities and Society*, 39, 366-374. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2018.03.004>

Li, Z., Hong, R., Zhang, Z., Wang, H., Wu, X. y Wu, Z. (2023). Single-atom catalysts in environmental engineering: progress, outlook and challenges. *Molecules*, 28(09), Article 9. <https://doi.org/10.3390/molecules28093865>

Martínez, J. (2018, 18 de octubre). *Tres premisas fundamentales que garantizan la sostenibilidad social de un proyecto*. Inter American Development Bank (IDB). <https://blogs.iadb.org/sostenibilidad/es/sostenibilidad-social/>

Martínez, O., Quispe, S. R. y Salazar, J. E. (2022). Inestabilidad del sistema económico actual desde la perspectiva de la Escuela Austriaca. *Revista de Ciencias Sociales*, 28(01), 74-89. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/rcs/article/view/37671>

Medina, J. (2024, 06 de junio). *Los ingenieros ambientales y su rol en el cuidado del planeta*. Universidad de O'Higgins (UOH). <https://www.uoh.cl/los-ingenieros-ambientales-y-su-rol-en-el-cuidado-del-planeta/>

Medina, M. (2024, 26 de abril). Índices de sostenibilidad, la tendencia empresarial que impacta en el mercado bursátil. La República. <https://goo.su/yRd7BeU>

Meléndez, J. R., Delgado, J. L., Chero, V. y Franco Rodríguez, J. (2021). Economía circular: una revisión desde los modelos de negocios y la responsabilidad social empresarial. *Revista Venezolana de Gerencia: RVG*, 26(Extra 6), 560-573.

Mihelcic, J. R., Naughton, C. C., Verbyla, M. E., Zhang, Q., Schweitzer, R. W., Oakley, S. M., Wells, E. C. y Whiteford, L. M. (2017). The grandest challenge of all: the role of environmental engineering to achieve sustainability in the world's developing regions. *Environmental Engineering Science*, 34(01), 16-41. <https://doi.org/10.1089/ees.2015.0334>

Ministerio de Educación [MINEDU] (2018). *Guía para sistematizar buenas prácticas*. Gobierno del Perú. <https://hdl.handle.net/20.500.12799/6010>

Montiel, I., Gallo, P. J. y Antolin-Lopez, R. (2020). What on earth should managers learn about corporate sustainability? A threshold concept approach. *Journal of Business Ethics*, 162(04), 857-880. <http://link.springer.com/10.1007/s10551-019-04361-y>

Montoro, M. (2020, 27 de enero). ¿Qué son las buenas prácticas y para qué sirven? ATS Buenas Prácticas. <https://www.ats.edu.uy/buenas-practicas/>

Morseletto, P. (2020). Targets for a circular economy. *Resources, Conservation and Recycling*, 153, 104553. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.104553>

Mur, M. M. (2024, 15 de agosto). *Cepal: América Latina completó su segunda «década perdida» y debe evitar una tercera*. Agencia EFE. <https://efe.com/economia/2024-08-15/cepal-america-latina-completo-su-segunda-decada-perdida/>

Naciones Unidas. (2019, 03 de octubre). *Los ocho obstáculos al desarrollo sostenible de América Latina*. <https://news.un.org/es/story/2019/10/1463292>

Naciones Unidas. (2022, 15 de abril). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2022* [archivo PDF]. [https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022\\_Spanish.pdf](https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022_Spanish.pdf)

Naciones Unidas. (2023, 08 de agosto). ¿En qué consiste el desarrollo sostenible? <https://goo.su/XGD4F1e>

Naciones Unidas. (2024, 05 de junio). *Día Mundial del Medio Ambiente. Nuestras tierras. Nuestro futuro*. <https://www.un.org/es/observances/environment-day>

Nieves, L. M. y Morales, W. A. (2022). Una mirada a la brecha entre actitud y comportamiento del consumidor en la economía circular. *Tendencias*, 23(01), 372-394. <https://doi.org/10.22267/rtend.222301.194>

Oreskes, N. (2022). Science needs to shrink its carbon footprint. *Scientific American Magazine*, 327(01), 78. DOI: 10.1038/scientificamerican0722-78

Organización para el Desarrollo Sustentable [ODS] (2025, 04 de marzo). *Día mundial de la ingeniería para el desarrollo sostenible*. <https://ods.com.ar/dia-mundial-de-la-ingenieria-para-el-desarrollo-sostenible/>

Ormeño, B., Romero, N. y Simón, L. (2022). Attitudes towards the risks of climate change; contributions from a Chilean exploratory case study. *CEREM, Central European Review of Economics and Management*, 06(04), 07-28. <https://doi.org/10.29015/cerem.960>

Pataca, F. P. y Flores, E. (2022). Desarrollo sostenible desde la educación ambiental en Latinoamérica: una revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 06(03), Article 3. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i3.2348](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i3.2348)

Pawłowski, A. (2023). Environmental engineering versus climate change and protection of the environment. *International Journal of Conservation Science*, 12(01), 663-680. <https://goo.su/VTHU>

Plan Nacional de Investigación, Desarrollo e Innovación (2024, 07 de enero). ¿Qué es *I+d+i*? Ministerio de Economía, Comercio y Empresa. Gobierno de España. <https://www.plannacionalidi.es/que-es-idi/>

Portacio, C. A. (2023). Rol de las ciencias de la ingeniería y el cambio climático. *Agroecología Global, Revista Electrónica de Ciencias del Agro y Mar*, 05(09), 01-03. <https://doi.org/10.35381/a.g.v5i9.2591>

Puentes, E., Hidalgo-Guerrero, A., Betancourt, C. y Ortiz-Bernal, Y. (2021). Indicadores de sostenibilidad social y su relación con el concepto de capital social. *Revista de Arquitectura*, 23(01), 97-104. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1657-03082021000100097#B13](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-03082021000100097#B13)

Quiñoy, L. (2025, 13 de febrero). *Tecnología sostenible: ejemplos innovadores que están transformando las empresas*. Asociación para el Progreso de la Dirección (APD). <https://www.apd.es/tecnologia-sostenible-ejemplos/>

Raffino, M. E. (2024, 02 de febrero). *Explotación de recursos naturales*. Enciclopedia Concepto. <https://concepto.de/explotacion-de-recursos-naturales/>

Ramos, A. L., Bula, P., Mendoza, G. O. y Hernández, F. C. (2023). Revisión sistemática de literatura para identificar proyectos integradores en programa de ingeniería que resuelvan problemas desde la sostenibilidad. *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería*. <https://doi.org/10.26507/paper.2985>

Red Internacional de Promotores ODS (2020, 04 de octubre). *Mapeo de buenas prácticas en objetivos de desarrollo sostenible*. <https://promotoresods.org/campana.php?id=62>

Red Pacto Mundial España (2018, 20 de marzo). *El DAFO de los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. United Nations (UN). <https://www.pactomundial.org/noticia/dafo-los-objetivos-desarrollo-sostenible/>

Red Pacto Mundial España (2023, 25 de setiembre). *ODS, Año 8. Rentabilidad económica y Agenda 2030: la sostenibilidad como modelo de negocio para las empresas*. Naciones Unidas. <https://goo.su/YvNtqNU>

Requena, M. del M. (2019). *El derecho humano a un medio ambiente sano y su aportación al desarrollo sostenible a través de las políticas de cooperación internacional para el desarrollo* [tesis de doctorado, Universidad Complutense de Madrid]. <https://hdl.handle.net/20.500.14352/17054>

Rizo, M. (2023, 01 de diciembre). *Sustentabilidad y sostenibilidad: un compromiso de todos con el entorno*. Forbes México. <https://forbes.com.mx/sustentabilidad-y-sostenibilidad-el-legado-de-todos/>

Roopa, M., Siriram, R. y Coetzee, R. (2024). Exploring industrial engineering knowledge and environmental sustainability. *Sustainability*, 16(17). <https://doi.org/10.3390/su16177392>

Ross, D. (2023, 23 de agosto). *G20 nations are underutilising universities to tackle SDGs*. Times Higher Education. <https://goo.su/SM19>

Saeed, S., Arshad, M. Y. y Ahmed, A. S. (2023). Advancing circular economy in industrial chemistry and environmental engineering: principles, alignment with United Nations sustainable development goals, and pathways to implementation. *European Journal of Chemistry*, 14(03). <https://doi.org/10.5155/eurjchem.14.3.414-428.2452>

Salazar-Xirinachs, J. M. (2024, 15 de agosto). *Cepal: América Latina completó su segunda «década perdida» y debe evitar una tercera*. Agencia EFE. <https://efe.com/economia/2024-08-15/cepal-america-latina-completo-su-segunda-decada-perdida/>

SAP Concur (2024, 04 de abril). *10 prácticas de sostenibilidad empresarial para impulsar tu negocio*. <https://goo.su/pOBV1P>

Sault, S. (2020, 22 de setiembre). *Cómo salvar el planeta: ¿Cuáles son los desafíos para lograr que el planeta sea más sostenible?* World Economic Forum. <https://goo.su/XJOqIOT>

Schönfelder, M. L. y Bogner, F. X. (2020). Between Science Education and Environmental Education: How Science Motivation Relates to Environmental Values. *Sustainability*, 12(05), 01-14. <https://doi.org/10.3390/su12051968>

Severo, E. A., Ferro de Guimarães, J. C. y Henri Dorion, E. Ch. (2018). Cleaner production, social responsibility and eco-innovation: Generations' perception for a sustainable future. *Journal of Cleaner Production*, 186, 91-103. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095965261830790X>

Sicilia, A. (2023, 13 de setiembre). *¿Cómo afecta la tecnología al medioambiente?* <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/afecta-tecnologia-medioambiente/>

Surasky, J. (2021, 24 de mayo). *El desarrollo sostenible: pensar integralmente, hacer en común*. CEPEI. <https://cepei.org/documents/desarrollo-sostenible/>

Sustainable Development Goals [SDGS] (2014, 15 de diciembre). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. United Nations. <https://sdgs.un.org/2030agenda>

Talaie, A., Kamyab, H. y Razmfarsa, A. (2024). Advancing environmental engineering: the role of artificial intelligence in sustainable solutions - a short review. *Journal of Environmental Treatment Techniques*, 12(03). [https://digitalcommons.odu.edu/management\\_fac\\_pubs/73](https://digitalcommons.odu.edu/management_fac_pubs/73)

Tecnológico de Monterrey (2022, 10 de agosto). *El impacto del desarrollo sostenible y la Nueva Agenda 2030*. <https://goo.su/ugLfxC>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization [UNESCO] (2021). *The world in 2030: public survey report*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000375950.locale=en>

United Nations Global Compact (2015, 19 de junio). *Social sustainability*. United Nations (UN). <https://unglobalcompact.org/what-is-gc/our-work/social>

Universidad Católica del Maule (2024, 30 de setiembre). ¿Son términos intercambiables?: UCM Sustentable explica las diferencias entre sostenibilidad y sustentabilidad. <https://goo.su/gD0sRWS>

Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas [UPC] (2025, 03 de febrero). *La economía circular: Transformando recursos por un planeta más sostenible*. <https://noticias.upc.edu.pe/2025/02/03/la-economia-circular-transformando-recursos-por-un-planeta-mas-sostenible/>

Universidad San Ignacio de Loyola [USIL] (2022, 18 de octubre). ¿De qué trata la carrera de ingeniería ambiental? Descubre por qué la USIL es la mejor opción. <https://goo.su/dE1yGl>

Universitat de València (2019, 15 de noviembre). *ODS: ¡yo sí! La universidad como motor de transformación social a través de los ODS* [archivo PDF]. <https://www.uv.es/uvsostenible/ResumenODSONU.pdf>

Universitat Politècnica de València [UPV] (s.f.). *Nuestro futuro común*. <https://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO//info/U0506189>

US Bureau of Labor Statistics (2024, 30 de setiembre). *Occupational Outlook handbook. Environmental Scientist and Specialists*. <https://www.bls.gov/ooh/life-physical-and-social-science/environmental-scientists-and-specialists.htm>

Valenciano, A. (2022, 22 de noviembre). La convivencia de la sostenibilidad y la digitalización en el sector del retail, una realidad. *El Español*. <https://goo.su/PIXKM5U>

Valls-Val, K., Ibáñez-Forés, V. y Bovea, M. D. (2021). *Medición de la circularidad en organizaciones: Revisión de herramientas y caso de aplicación*. 25th International Congress on Project Management and Engineering Alco. <http://dspace.aepro.com/xmlui/handle/123456789/2959>

Velásquez, L. de F. (2025). Integración de enfoques de planificación y diseño para el desarrollo sostenible de infraestructura pública y privada a través de un análisis global: revisión sistemática de literatura. *SusBCity*, 07(01). <https://doi.org/10.48204/2710-7426.6852>

Velásquez, L. Y. V. y Castillo, J. A. (2023). La ingeniería ambiental su aplicación y gestión de procesos para la prevención y control de los recursos naturales. *Interconectando Saberes*, 16. <https://doi.org/10.25009/is.v0i16.2815>

Vilariño, A. (2025, 10 de febrero). *La implementación de los ODS en Europa: un proceso complejo y fragmentado*. Revista Haz. <https://hazrevista.org/rsc/2025/02/implementacion-ods-europa-proceso-complejo-fragmentado/>

Villavicencio, X. A. (2023, 10 de agosto). *La importancia de la ingeniería en el desarrollo sostenible*. Universidad Católica San Pablo. <https://goo.su/Ch9TC>

Viñuales, V. (2025, 11 de febrero). Índices de sostenibilidad: qué son, cómo funcionan y por qué son clave para los inversores. BBVA. <https://goo.su/fTtqF>

Virguili, A. (2021, 04 noviembre). *Los principales índices que miden la sostenibilidad de las empresas en el mundo*. Grupo Sura. <https://goo.su/AYr2PB>

Wang, C. (2021). Grand challenges in environmental systems engineering. *Frontiers in Environmental Science*, 09. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.809627>

World Health Organization [WHO] y United Nations Children's Fund [Unicef] (2019). *Progress on household drinking water, sanitation and hygiene 2000-2017. Special focus on inequalities*. <https://www.unicef.org/reports/progress-on-drinking-water-sanitation-and-hygiene-2019>

Yepes-Nuñez, J. J., Urrútia, G., Romero-García, M. y Alonso-Fernández, S. (2021). The Prisma 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Revista Española de Cardiología*, 74(09), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>



## **SOBRE LOS AUTORES**

**Leonardo Saravia Parra**

Universidad Nacional Intercultural de Quillabamba

<https://orcid.org/0009-0001-3367-1121>

**Carlos Eduardo Zulueta Cueva**

Universidad Privada Antenor Orrego

<https://orcid.org/0000-0003-2525-5440>

**Arturo Flores Condori**

Universidad Nacional del Altiplano

<https://orcid.org/0000-0003-4667-8688>

**Miguel Angel Tupac Yupanqui Esquivel**

Universidad Nacional Federico Villarreal

<https://orcid.org/0000-0002-8290-7102>

**TRANSFORMANDO LA  
INGENIERÍA AMBIENTAL  
DESDE UNA MIRADA  
MATRICIAL DE LOS  
OBJETIVOS DE**

*DESARROLLO SOSTENIBLE*

**www.arcoeditores.com  
contato@arcoeditores.com  
(55)99723-4952**

