

**El reciclaje como motor de sostenibilidad y competitividad en el marco de la economía
circular: una revisión documental**

Luisa Fernanda Acevedo Aristizábal

Asesor

Humberto Bedoya Valencia

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela ECACEN

Contaduría pública

2026

Resumen

La presente monografía aborda el reciclaje como una estrategia clave para avanzar hacia modelos de producción y consumo sostenibles, enmarcados dentro del paradigma de la economía circular. A través de una revisión documental rigurosa, se examinan los aportes del reciclaje a la sostenibilidad ambiental, la competitividad económica y el bienestar social. Se identifican y analizan prácticas innovadoras, avances tecnológicos, políticas públicas y marcos normativos que permiten comprender el papel transformador del reciclaje en contextos locales y globales. También se reflexiona sobre los desafíos estructurales que enfrenta el sistema de reciclaje en países como Colombia, donde la informalidad, la falta de infraestructura adecuada y la limitada conciencia ambiental siguen limitando su potencial. El estudio concluye que el reciclaje, más allá de ser una actividad de gestión de residuos, representa una oportunidad estratégica para dinamizar economías locales, generar empleo verde, y contribuir de manera efectiva al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Asimismo, se proponen líneas de acción orientadas al fortalecimiento institucional, la educación ambiental y la articulación público-privada, elementos indispensables para consolidar una economía verdaderamente circular.

Palabras clave: sostenible, ambiental, reciclaje, economía circular.

Abstract

This monograph addresses recycling as a key strategy for advancing toward sustainable production and consumption models within the circular economy paradigm. Through a rigorous documentary review, the contributions of recycling to environmental sustainability, economic competitiveness, and social well-being are examined. Innovative practices, technological advances, public policies, and regulatory frameworks are identified and analyzed to understand the transformative role of recycling in both local and global contexts. The study also reflects on the structural challenges faced by the recycling system in countries such as Colombia, where informality, lack of adequate infrastructure, and limited environmental awareness continue to constrain its potential. The research concludes that recycling, beyond being a waste management activity, represents a strategic opportunity to stimulate local economies, generate green jobs, and effectively contribute to the achievement of the Sustainable Development Goals (SDGs). Likewise, lines of action are proposed aimed at institutional strengthening, environmental education, and public–private coordination—essential elements for consolidating a truly circular economy.

Keywords: sustainable, environmental, recycling, circular economy.

Tabla de contenido

Introducción.....	9
Planteamiento del problema.....	11
Justificación del estudio.....	13
Objetivos.....	14
Objetivo general	14
Objetivos específicos	14
Marco teórico	15
Economía circular como base de sostenibilidad	15
Origen y evolución del concepto de economía circular.....	15
Principios fundamentales de la economía circular	15
Diferencias entre economía circular y economía lineal.....	17
Beneficios ambientales, económicos y sociales de la economía circular.....	18
Aplicación del concepto en América Latina y Colombia.....	19
Reciclaje y sostenibilidad ambiental	21
Definición y tipos de reciclaje.....	21
Relación entre reciclaje y economía circular.....	22
Impacto del reciclaje en la sostenibilidad ambiental.....	23
Barreras y desafíos para implementar procesos de reciclaje eficientes.....	24
Innovación y tecnología en procesos de reciclaje	27
Automatización y digitalización de procesos de reciclaje.....	27
Tecnologías emergentes para separación, clasificación y transformación de residuos.....	28
Casos exitosos de innovación tecnológica en reciclaje (global y latinoamericano).....	30

Implicaciones tecnológicas para la sostenibilidad operativa.....	31
Economía circular como base de sostenibilidad.....	33
Competitividad empresarial a través del reciclaje.....	33
Ventajas competitivas derivadas de la economía circular.....	33
Reducción de costos y eficiencia operativa.....	35
Reciclaje como diferenciador de marca en mercados sostenibles.....	36
Generación de valor compartido.....	36
Marco normativo sobre reciclaje en Colombia.....	38
Principales leyes y decretos aplicables al reciclaje.....	38
Estrategias nacionales de economía circular (Estrategia Nacional EC).....	39
Incentivos y obligaciones para empresas recicladoras.....	40
Limitaciones y oportunidades desde el ámbito jurídico.....	41
Objetivos de desarrollo sostenible (ODS) y reciclaje.....	43
Introducción a la Agenda 2030 y los 17 ODS.....	43
ODS vinculados directamente con reciclaje (ODS 11, 12, 13, entre otros).....	44
Rol del reciclaje en el cumplimiento de metas globales.....	45
Articulación entre actores públicos, privados y sociedad civil.....	46
Impacto del reciclaje en la economía local	48
Reciclaje como generador de empleo verde.....	48
Inclusión de recicladores de oficio en cadenas de valor.....	49
Dinamización de economías locales mediante redes de reciclaje.....	50
Análisis de casos comparativos en contextos locales latinoamericanos.....	51
Metodología.....	53

Tipo y diseño de investigación	53
Fuentes de información	53
Técnicas de recolección y análisis de la información	54
Alcances y Limitaciones	55
Consideraciones éticas	55
Resultados.....	56
Resultados del análisis documental	56
análisis comparativo con experiencias latinoamericanas	57
Interpretación de resultados	57
Discusión.....	59
Convergencia entre sostenibilidad, competitividad y economía circular	59
Dimensión social del reciclaje: Inclusión y equidad.....	39
Impacto económico y territorial del reciclaje.....	60
Desafíos de la implementación de la economía circular en Colombia.....	61
Implicaciones para la sostenibilidad empresarial	61
Síntesis de la discusión	62
Conclusiones.....	63
Conclusiones generales del estudio	64
Recomendaciones.....	66
Recomendaciones para las instituciones publicas	66
Recomendaciones para el sector empresarial	66
Recomendaciones para las comunidades y organizaciones	67
Recomendaciones para el ámbito académico.....	68

Referencias bibliográficas.....	69
---------------------------------	----

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Comparación entre el modelo de economía lineal y la economía circular</i>	17
--	----

Introducción

El desarrollo sostenible ha adquirido una relevancia central en los debates contemporáneos debido al creciente deterioro ambiental, el aumento de los residuos sólidos y las presiones derivadas de los modelos lineales de producción y consumo. Esta problemática ha puesto en evidencia la urgencia de transitar hacia sistemas más responsables con el entorno, donde se priorice la eficiencia en el uso de los recursos y la reducción de los impactos ambientales negativos (Naciones Unidas, 2015). En este contexto, el reciclaje se posiciona como una estrategia fundamental dentro de la economía circular, orientada a prolongar la vida útil de los materiales, disminuir la dependencia de materias primas vírgenes y promover patrones de producción más sostenibles.

El reciclaje implica procesos integrados de recolección, clasificación, transformación y reincorporación de residuos al ciclo productivo, lo cual contribuye significativamente a minimizar la huella ecológica y fortalecer las cadenas de valor basadas en la sostenibilidad (European Environment Agency, 2020). Además de sus beneficios ambientales, el reciclaje representa una oportunidad para dinamizar economías locales mediante la generación de empleos verdes, la diversificación productiva y la consolidación de mercados emergentes que responden a las demandas globales de sostenibilidad (Banco Interamericano de Desarrollo, 2022).

En el ámbito latinoamericano y, particularmente, en Colombia, la gestión integral de residuos constituye un desafío estructural debido a la informalidad del sector, la limitada infraestructura tecnológica y la necesidad de fortalecer la cultura ciudadana de separación en la fuente. No obstante, durante la última década se han implementado avances significativos en política pública, como la Estrategia Nacional de Economía Circular y la formalización progresiva de los recicladores de oficio mediante el Decreto 596 de 2016 (Ministerio de

Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018). Estas transformaciones permiten analizar el reciclaje no solo desde su dimensión ambiental, sino también desde su contribución al desarrollo social y económico del país.

El presente estudio se orienta a examinar el papel del reciclaje como eje articulador entre sostenibilidad y competitividad, abordando sus implicaciones en la economía circular, la innovación tecnológica, la inclusión social y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. A través de una revisión documental rigurosa, se analizan los marcos normativos, las tendencias globales, las prácticas empresariales y las dinámicas socioculturales que influyen en la gestión de residuos y en el fortalecimiento de cadenas de valor sostenibles.

En este sentido, la monografía busca aportar elementos de análisis que permitan comprender el reciclaje como una estrategia integral capaz de transformar las prácticas productivas, promover la equidad social y fomentar la resiliencia ambiental. Así, la introducción delimita la pertinencia del tema y la necesidad de abordarlo desde una perspectiva interdisciplinaria que reconozca su potencial para impulsar el desarrollo sostenible en Colombia y en la región.

Planteamiento del problema

El acelerado deterioro ambiental y el crecimiento exponencial de los residuos sólidos han intensificado la preocupación mundial por la sostenibilidad y han impulsado la necesidad urgente de redefinir los modelos tradicionales de producción y consumo. En este contexto, el reciclaje se reconoce como un componente clave de la economía circular al contribuir a la reducción del uso de materias primas vírgenes, la disminución de emisiones contaminantes y la prolongación del ciclo de vida de los materiales (European Environment Agency, 2020). Sin embargo, su implementación efectiva continúa siendo un desafío en numerosos países en desarrollo, particularmente en América Latina.

En Colombia, la gestión de residuos sólidos se caracteriza por profundas brechas estructurales relacionadas con deficiencias en infraestructura, baja tasa de aprovechamiento, informalidad del sector reciclador y limitada adopción tecnológica (Banco Mundial, 2020). Aunque el país ha avanzado en la formulación de marcos normativos que promueven la economía circular —como la Estrategia Nacional de Economía Circular y la reglamentación de los recicladores de oficio— persisten problemas asociados a la falta de articulación entre instituciones, empresas, ciudadanía y organizaciones de recicladores (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

Uno de los factores más críticos es la fragmentación del sistema de reciclaje, que impide consolidar cadenas de valor eficientes y sostenibles. La ausencia de programas sólidos de educación ambiental, la baja inversión en innovación tecnológica y la poca trazabilidad en los procesos de clasificación y aprovechamiento limitan la capacidad del reciclaje para convertirse en una herramienta estratégica dentro de las políticas públicas y privadas (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, 2020). Además, las dinámicas socioculturales influyen

directamente en la separación en la fuente, aspecto indispensable para garantizar la calidad y viabilidad económica del material reciclado.

Ante este panorama, surge el interrogante que orienta la presente investigación:
¿Cómo puede el reciclaje consolidarse como un motor real de sostenibilidad ambiental y competitividad económica dentro del modelo de economía circular en Colombia?

Responder esta pregunta implica examinar las condiciones necesarias para fortalecer las cadenas de reciclaje, promover la inclusión y formalización de los recicladores, incorporar tecnologías limpias, optimizar la normativa vigente y fomentar la responsabilidad compartida entre gobierno, empresas y ciudadanía. Comprender estas dinámicas permitirá establecer lineamientos que faciliten la transición del reciclaje desde una práctica periférica hacia una estrategia estructural en el desarrollo sostenible del país.

Justificación

Este estudio resulta pertinente y necesario en el contexto de los múltiples desafíos ambientales y socioeconómicos que enfrenta Colombia, y que demandan una transformación estructural de los modelos de desarrollo vigentes. La incorporación del reciclaje como estrategia integral dentro de la economía circular no solo responde a imperativos ecológicos, sino que también se configura como una oportunidad concreta para dinamizar economías locales, generar empleos dignos, fortalecer la cultura ambiental y mejorar la competitividad empresarial mediante procesos productivos más limpios y eficientes.

En ese sentido, la presente monografía pretende llenar un vacío académico y práctico, al ofrecer un análisis comprensivo, actualizado y contextualizado del reciclaje como mecanismo transversal de sostenibilidad. A través de una revisión documental de fuentes científicas, normativas y experiencias exitosas, el trabajo busca generar insumos que sean útiles tanto para tomadores de decisiones como para instituciones educativas, organizaciones comunitarias y actores del sector productivo.

Además, el estudio contribuye al debate académico sobre el papel del reciclaje en la transición ecológica, al integrar perspectivas ambientales, económicas y sociales de manera articulada. La metodología propuesta —centrada en la revisión crítica de literatura— permite construir un marco teórico robusto que fundamenta las conclusiones y recomendaciones, y que puede servir de base para futuras investigaciones aplicadas.

Finalmente, al adoptar un enfoque sistémico y propositivo, este trabajo busca no solo describir los retos del reciclaje en Colombia, sino también ofrecer rutas posibles para su fortalecimiento, en línea con las metas establecidas por la Agenda 2030 y los compromisos internacionales en materia de sostenibilidad.

Objetivos

Objetivo General

Analizar el papel estratégico del reciclaje en la promoción de la sostenibilidad ambiental y la competitividad económica, en el contexto de la economía circular, mediante una revisión documental que permita la identificación de los principales avances, desafíos y oportunidades asociados a esta práctica en Colombia.

Objetivos Específicos

Describir el concepto de economía circular y su relación con el reciclaje, destacando los principios que sustentan este modelo y su aplicación en contextos nacionales e internacionales.

Examinar las principales prácticas de reciclaje implementadas en Colombia, tanto en el sector formal como informal, y su contribución al desarrollo sostenible.

Analizar el marco normativo colombiano en materia de residuos sólidos y reciclaje, identificando sus fortalezas, vacíos y oportunidades de mejora en función de la economía circular.

Identificar las tecnologías e innovaciones aplicadas al reciclaje, evaluando su impacto en la eficiencia de los procesos, la reducción de residuos y la generación de valor agregado.

Explorar el impacto social y económico del reciclaje en comunidades locales, particularmente en términos de generación de empleo, inclusión social y fortalecimiento de la economía local.

Marco Teórico

Economía circular como base de sostenibilidad

Origen y evolución del concepto de economía circular

El concepto de economía circular no es reciente, aunque ha ganado mayor visibilidad en las últimas décadas como respuesta a los límites del modelo económico tradicional. Sus raíces pueden rastrearse en los años 60 y 70, cuando surgieron las primeras críticas al modelo de crecimiento lineal y se empezó a hablar de sostenibilidad. Uno de los hitos tempranos fue el informe *Los límites del crecimiento* (1972), elaborado por el Club de Roma, donde se advirtió sobre las consecuencias ambientales del consumo ilimitado de recursos naturales.

En los años 90, investigadores como Pearce y Turner (1990) introdujeron formalmente la noción de “economía circular”, inspirándose en los ciclos cerrados de los ecosistemas naturales. Posteriormente, modelos como el *Cradle to Cradle* de McDonough y Braungart y el *Performance Economy* de Walter Stahel reforzaron la idea de que los recursos deben mantenerse en uso el mayor tiempo posible, evitando la generación de residuos innecesarios.

En el siglo XXI, el concepto ha evolucionado y se ha consolidado como una alternativa viable al modelo lineal. Instituciones como la Fundación Ellen MacArthur, la Unión Europea y el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) han impulsado su desarrollo y aplicación práctica, integrando políticas públicas, modelos empresariales y procesos productivos que priorizan la eficiencia, la reutilización y la regeneración.

Principios fundamentales de la economía circular

La economía circular se sustenta sobre principios que redefinen la relación entre consumo, residuos y recursos. Según la Ellen MacArthur Foundation, “los tres principios clave son: eliminar residuos y contaminación; circular productos y materiales al mayor valor posible; y

regenerar la naturaleza” (Ellen MacArthur Foundation, 2020). A partir de estos se han derivado otros principios operativos como: preservar y regenerar recursos naturales; diseñar productos para su ciclo de vida prolongado; promover el uso eficiente de recursos; cerrar los ciclos materiales y energéticos; e impulsar la innovación colaborativa entre actores públicos y privados.

La economía circular se estructura sobre un conjunto de principios que buscan redefinir el valor de los recursos, reducir la dependencia de materias primas vírgenes y minimizar los impactos negativos sobre el entorno. Entre los principios más relevantes se destacan:

Preservación y regeneración de los recursos naturales: Este principio promueve el uso de fuentes renovables y la protección del capital natural, priorizando la regeneración de los ecosistemas frente a su explotación.

Diseño para el ciclo de vida: Se busca crear productos que puedan ser fácilmente reparados, actualizados, reutilizados o reciclados, minimizando el desperdicio desde la etapa de diseño.

Uso eficiente de los recursos: Incluye la optimización de procesos productivos y logísticos, reducción del consumo energético, aprovechamiento de subproductos y disminución de pérdidas.

Prolongación del uso de los productos: Este principio impulsa la reparación, el reacondicionamiento y la reutilización de productos, evitando su descarte prematuro.

Cierre de ciclos materiales y energéticos: Implica el establecimiento de sistemas que permitan recircular materiales, energía y agua, reduciendo al mínimo la generación de residuos.

Innovación y colaboración: Fomenta la creación de nuevas tecnologías, modelos de negocio y alianzas entre actores públicos y privados, indispensables para la transición hacia la circularidad.

Diferencias entre economía circular y economía lineal

La economía lineal, modelo predominante desde la revolución industrial, se basa en un esquema de “extraer-producir-consumir-desechar”. Bajo este paradigma, los recursos naturales se consideran inagotables, lo que conduce a una producción intensiva y a una generación constante de residuos.

En contraste, la economía circular propone una transformación profunda de este modelo, apostando por ciclos cerrados donde los materiales mantienen su utilidad durante el mayor tiempo posible. La diferencia no es solamente técnica, sino estructural:

Tabla 1

Comparación entre el modelo de economía lineal y la economía circular

Aspecto	Economía Lineal	Economía Circular
Modelo productivo	Lineal: se produce, se consume y se desecha	Circular: se produce, se repara, se reutiliza y se recicla
Uso de recursos	Intensivo y extractivo	Eficiente y regenerativo
Gestión de residuos	Considerados desechos sin valor	Vistos como insumos para nuevos procesos
Impacto ambiental	Alto y creciente	Bajo y mitigado
Diseño de productos	Vida útil limitada	Pensados para durar y ser reparados

Adaptado de la Ellen MacArthur Foundation (2015) y la European Environment Agency (2020).

Esta diferencia estructural convierte a la economía circular en una estrategia clave para enfrentar la crisis climática, la escasez de recursos y la contaminación, al tiempo que se generan nuevas oportunidades económicas y sociales.

En contraste, la economía circular plantea un sistema en el que los materiales permanecen en uso el mayor tiempo posible, y los residuos se transforman en insumos para nuevos ciclos productivos. Según la Comisión Europea, “en una economía circular los productos y materiales se mantienen en circulación tanto como sea posible y se minimiza el uso de recursos y la generación de residuos” (European Commission, 2020). Esta transformación no es solamente técnica, sino estructural: redefine la forma en que diseñamos productos, gestionamos residuos y pensamos los modelos de negocio.

Beneficios ambientales, económicos y sociales de la economía circular

La adopción de la economía circular ofrece múltiples beneficios. “En lo ambiental, permite reducir la extracción de recursos vírgenes, disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero y aliviar la presión sobre rellenos sanitarios y cuerpos de agua” (Ellen MacArthur Foundation, 2019).” En lo económico, promueve nuevas cadenas de valor basadas en la reutilización y el reciclaje, genera ahorro en materias primas y energía, y estimula la innovación y la competitividad” (Circle Economy, 2020). En lo social, posibilita la inclusión de poblaciones vulnerables en cadenas de aprovechamiento de residuos, fortalece la educación ambiental y mejora la calidad de vida urbana al crear entornos más limpios y colaborativos. Así, la economía circular se presenta como herramienta clave para alcanzar metas como el consumo y producción responsables (ODS 12), el trabajo decente (ODS 8) y la acción por el clima (ODS 13).

La economía circular presenta ventajas significativas en múltiples dimensiones:

Ambientales:

Disminución de la extracción de recursos vírgenes y conservación de ecosistemas.

Reducción en la emisión de gases de efecto invernadero.

Menor presión sobre los rellenos sanitarios y cuerpos hídricos.

Fomento del ecodiseño y la producción limpia.

Económicos:

Generación de nuevas cadenas de valor basadas en la reutilización y el reciclaje.

Ahorro de costos mediante el uso eficiente de materiales y energía.

Estímulo a la innovación tecnológica y a los modelos de negocio sostenibles.

Creación de empleos verdes y sostenibles en sectores como el reciclaje, reparación, logística inversa, etc.

Sociales:

Inclusión de poblaciones vulnerables en actividades de aprovechamiento de residuos.

Sensibilización ciudadana y educación ambiental.

Mejora en la calidad de vida mediante entornos urbanos más limpios y saludables.

Fortalecimiento del tejido comunitario a través de iniciativas de economía colaborativa.

Aplicación del concepto en América Latina y Colombia

En América Latina, la transición hacia la economía circular avanza con diferentes ritmos. Países como Chile, México y Colombia han dado pasos significativos, adoptando políticas nacionales y promoviendo alianzas con el sector privado.

Colombia ha emergido como uno de los referentes regionales en la materia. Desde el lanzamiento de la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) en 2019, el país ha buscado articular esfuerzos entre ministerios, autoridades ambientales, empresas y comunidades. Esta

estrategia se enfoca en seis ciclos prioritarios: flujo de materiales industriales, flujo de materiales orgánicos, plásticos, empaques, agua y energía.

Entre los avances destacados se encuentran:

La consolidación de redes de recicladores de oficio y cooperativas.

Programas de responsabilidad extendida del productor (REP).

Incentivos fiscales para empresas que implementan prácticas circulares.

Proyectos de innovación en ecodiseño, residuos electrónicos y compostaje.

No obstante, aún existen desafíos significativos, como la informalidad en el sector del reciclaje, la necesidad de fortalecer capacidades institucionales y técnicas, y la urgencia de generar un cambio cultural que promueva el consumo consciente y la economía regenerativa.

Reciclaje y sostenibilidad ambiental

Definición y tipos de reciclaje

El reciclaje es el proceso mediante el cual los materiales desechados son recolectados, clasificados y transformados para ser reincorporados al ciclo productivo, reduciendo así su impacto ambiental y promoviendo la eficiencia en el uso de los recursos naturales. Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2021), “el reciclaje constituye uno de los pilares de la gestión integral de residuos sólidos, ya que permite convertir materiales recuperados en nuevos productos sin comprometer su calidad ni funcionalidad.”

“Para que un proceso de reciclaje sea exitoso, es necesaria una cadena estructurada que incluya recolección selectiva, clasificación, procesamiento industrial y comercialización del producto final” (ONU Medio Ambiente, 2020). Existen diferentes tipos de reciclaje según la naturaleza del material y la técnica empleada:

Reciclaje mecánico: “Consiste en la trituración o fundición de materiales como plásticos, metales o vidrios, transformándolos nuevamente en materia prima. Es el método más extendido en la industria” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [MADS], 2021).

Reciclaje químico: “Implica la descomposición de residuos en sus componentes moleculares o monómeros, permitiendo la recuperación de materiales complejos que no pueden reprocesarse mecánicamente” (Ellen MacArthur Foundation, 2020).

Reciclaje energético: “También conocido como valorización energética, convierte los residuos en energía mediante procesos térmicos o biológicos. Aunque genera debate, es una alternativa útil cuando no es viable el reciclaje material” (PNUMA, 2022).

Reciclaje biológico: “Se aplica principalmente a residuos orgánicos mediante compostaje o digestión anaerobia, generando abonos y biogás, esenciales en sistemas agroindustriales sostenibles” (FAO, 2020).

Reciclaje artesanal o manual: “Realizado en contextos rurales o comunitarios, consiste en la reutilización creativa de materiales para fabricar productos decorativos o utilitarios, promoviendo la economía solidaria” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

“Estos métodos dependen de factores técnicos, económicos y sociales, y su éxito requiere infraestructura adecuada y una ciudadanía ambientalmente educada” (CEPAL, 2022).

Relación entre reciclaje y economía circular

“El reciclaje constituye una herramienta clave para la economía circular, ya que posibilita la reincorporación de materiales al ciclo productivo y reduce la extracción de recursos vírgenes” (Ellen MacArthur Foundation, 2019). Mientras el modelo económico lineal considera los residuos como un subproducto inevitable, la economía circular los entiende como insumos valiosos capaces de generar nuevos procesos productivos.

Según la Comisión Europea (2020), “el reciclaje se sitúa en la base jerárquica de la gestión de residuos, representando la etapa en la que los materiales se transforman nuevamente en recursos.” Además, está relacionado con estrategias como la simbiosis industrial —donde los desechos de una empresa se convierten en recursos para otra— y la responsabilidad extendida del productor, que promueve la gestión postconsumo de los bienes.

“El impacto energético del reciclaje es igualmente significativo. Por ejemplo, la Asociación Internacional del Aluminio (2021) señala que reciclar aluminio ahorra hasta el 95 % de la energía comparado con la producción primaria, mientras que el reciclaje de papel evita la tala masiva de árboles y la contaminación hídrica” (WWF, 2020). De esta manera, el reciclaje

contribuye activamente a los procesos de descarbonización y eficiencia energética, pilares fundamentales para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 12 y ODS 13).

Impacto del reciclaje en la sostenibilidad ambiental

El reciclaje desempeña un papel fundamental en la sostenibilidad ambiental al influir positivamente en la conservación de los recursos naturales, la mitigación del cambio climático y la mejora de la calidad de vida. Entre los principales impactos ambientales del reciclaje se destacan:

Reducción de la presión sobre los recursos naturales: “Al reutilizar materiales ya existentes, se disminuye la necesidad de explotar recursos primarios, como minerales, petróleo o madera. Esto contribuye a preservar ecosistemas naturales, evitar la deforestación y reducir la pérdida de biodiversidad.” (FAO, 2020).

Disminución de la contaminación: “Al reducir la cantidad de residuos destinados a los vertederos o incineradoras, el reciclaje ayuda a minimizar la contaminación del suelo, el agua y el aire. Además, limita la generación de lixiviados y emisiones tóxicas asociadas al manejo inadecuado de residuos.” (CEPAL, 2022).

Ahorro energético y reducción de emisiones: “Los procesos de reciclaje suelen requerir menos energía que la producción desde materias primas vírgenes. Esto se traduce en una menor emisión de gases de efecto invernadero y, por ende, en un aporte concreto a la lucha contra el cambio climático.” (UNEP, 2023).

Gestión responsable de residuos peligrosos: “El reciclaje adecuado de aparatos electrónicos, pilas, plásticos complejos o residuos hospitalarios evita que componentes tóxicos se filtren al ambiente, protegiendo la salud humana y la vida silvestre” (Ellen MacArthur Foundation, 2020).

Impulso a la economía verde: “El reciclaje genera empleos en sectores como la recolección, clasificación, transporte, transformación industrial y comercialización de materiales reciclados. Esto promueve el desarrollo de economías locales, la inclusión de recicladores de oficio y el fortalecimiento de cadenas productivas sostenibles”. (OIT, 2020).

En conjunto, “el reciclaje constituye una práctica transversal que une lo ambiental, lo económico y lo social, posicionándose como uno de los pilares más efectivos para la transición hacia la sostenibilidad global” (ONU Medio Ambiente, 2020).

Barreras y desafíos para implementar procesos de reciclaje eficientes

A pesar de sus múltiples beneficios, el reciclaje enfrenta numerosos retos que limitan su implementación eficaz, especialmente en países en desarrollo. Estas barreras pueden clasificarse en cuatro grandes categorías: institucionales, sociales, económicas y tecnológicas. el reciclaje enfrenta diversos obstáculos estructurales, especialmente en países en desarrollo. Estas limitaciones pueden agruparse en cuatro categorías (MADS, 2021; CEPAL, 2022):

Barreras institucionales y normativas:

Falta de políticas públicas coherentes y articuladas que promuevan la economía circular de forma estructural.

Escasa fiscalización y cumplimiento de normas sobre separación en la fuente, responsabilidad del productor y manejo de residuos especiales.

Inestabilidad en la financiación de programas de reciclaje, lo que dificulta su continuidad y escalabilidad.

Desafíos sociales y culturales:

Baja conciencia ambiental por parte de los consumidores, lo cual se traduce en una inadecuada separación de residuos en los hogares y espacios públicos.

Estigmatización y precarización del trabajo de recicladores informales, quienes en muchos casos son los principales actores del sistema de aprovechamiento.

Falta de educación ambiental desde edades tempranas y poca integración del reciclaje en la cultura ciudadana.

Obstáculos económicos y logísticos:

Altos costos asociados al transporte y procesamiento de residuos reciclables, especialmente cuando no existe economía de escala.

Volatilidad de los precios de los materiales reciclados, que afecta la rentabilidad de las empresas del sector.

Ausencia de incentivos fiscales o financieros para promover inversiones en infraestructura, innovación y tecnología aplicada al reciclaje.

Limitaciones tecnológicas:

Deficiencia en la infraestructura para la recolección selectiva y tratamiento de residuos, especialmente en zonas rurales o periféricas.

Tecnología obsoleta en los centros de acopio y plantas de reciclaje.

Falta de investigación y desarrollo para el reciclaje de materiales complejos o no convencionales.

Superar estas barreras requiere la acción coordinada de múltiples actores: gobiernos, empresas, academia y sociedad civil. El fortalecimiento del marco normativo, la inversión en innovación, la inclusión social de recicladores y la educación ambiental continua son fundamentales para construir un sistema de reciclaje eficiente, justo y sostenible. Invertir en tecnología limpia, fortalecer la educación ambiental y promover políticas públicas coherentes

son acciones esenciales para consolidar un sistema de reciclaje eficiente, inclusivo y sostenible (OIT, 2020; UNEP, 2023).

Innovación y tecnología en procesos de reciclaje

“La innovación y la tecnología se han convertido en ejes fundamentales para el fortalecimiento de los sistemas de reciclaje, permitiendo aumentar la eficiencia operativa, mejorar la trazabilidad y reducir el impacto ambiental de las actividades productivas. En el marco de la economía circular, la digitalización, la automatización y la aplicación de nuevas tecnologías constituyen pilares esenciales para avanzar hacia modelos de gestión sostenible de los residuos” (ONU Medio Ambiente, 2021).

La incorporación de tecnologías emergentes en los procesos de reciclaje no solo optimiza las etapas de separación, recolección y transformación, sino que también impulsa la creación de cadenas de valor más transparentes, inclusivas y sostenibles. Además, facilita la integración de actores diversos —desde recicladores hasta industrias— bajo esquemas de innovación colaborativa que fortalecen la sostenibilidad operativa (World Economic Forum, 2022).

Automatización y digitalización de procesos de reciclaje

La automatización y la digitalización han revolucionado la gestión de residuos a nivel global. Tradicionalmente, la clasificación y procesamiento de materiales dependían de trabajo manual, lo cual limitaba la capacidad y eficiencia de los sistemas. En la actualidad, la implementación de tecnologías avanzadas como sensores ópticos, inteligencia artificial (IA), sistemas de visión por computadora y robots clasificadores ha permitido un salto cualitativo en la productividad (UNEP, 2020).

La automatización se enfoca en sustituir o complementar tareas humanas mediante maquinaria programada, garantizando uniformidad, rapidez y precisión. Las plantas de reciclaje modernas utilizan cintas transportadoras automatizadas, separadores magnéticos, brazos

robóticos y sensores espectrales para distinguir materiales como metales, vidrios y plásticos con alto nivel de exactitud (European Environment Agency, 2021).

Por su parte, la digitalización permite integrar tecnologías de la información y comunicación (TIC) en todas las etapas de la cadena de reciclaje. Ejemplos de ello son:

Sistemas de pesaje y codificación por RFID para identificar el origen y tipo de residuos.

Plataformas digitales para conectar recicladores, centros de acopio y compradores de materiales.

Aplicaciones móviles que incentivan el reciclaje ciudadano a través de recompensas o trazabilidad.

Sensores IoT (Internet de las Cosas) en contenedores inteligentes, que notifican cuándo están llenos o si han sido mal utilizados.

Estos avances permiten recopilar datos en tiempo real y facilitar la toma de decisiones basadas en evidencia. En países en desarrollo, los retos asociados —como el costo de la tecnología o la falta de capacitación— pueden superarse mediante programas de innovación inclusiva y financiamiento público-privado (Banco Interamericano de Desarrollo [BID], 2022).

Tecnologías emergentes para separación, clasificación y transformación de residuos

La etapa de separación y clasificación es esencial para garantizar la calidad del material reciclado. En este ámbito, destacan tecnologías como los separadores ópticos, que mediante espectros de infrarrojo cercano (NIR) identifican diferentes tipos de plásticos y materiales con una precisión superior al 95 % (European Commission, 2020).

Asimismo, la inteligencia artificial y el aprendizaje automático permiten entrenar algoritmos para reconocer y clasificar residuos de manera autónoma. Estas herramientas están transformando los sistemas de clasificación tradicionales en modelos de “reciclaje inteligente”,

donde la precisión y la velocidad superan ampliamente las capacidades humanas (AMP Robotics, 2023).

Entre las tecnologías más relevantes se encuentran:

Separadores ópticos y por infrarrojo cercano (NIR): Permiten identificar tipos de plásticos, colores y composiciones mediante el análisis espectral. Son muy útiles para separar PET, HDPE, PVC y otros materiales que visualmente pueden parecer similares.

Sistemas de inteligencia artificial (IA): A través de algoritmos entrenados, pueden aprender a distinguir materiales específicos con gran precisión, incluso en entornos desordenados. Estas tecnologías se implementan en robots clasificadores que operan a gran velocidad y con baja tasa de error.

Separadores electrostáticos y por corrientes de Foucault: Ideales para separar metales conductores (como el aluminio) de otros materiales, sin necesidad de intervención manual.

Impresión 3D y extrusión de plástico reciclado: Algunas empresas utilizan tecnologías de impresión aditiva para fabricar objetos nuevos directamente a partir de materiales reciclados, evitando procesos intermedios y reduciendo desperdicios.

Biotecnología aplicada donde microorganismos y enzimas degradan plásticos como el PET de manera ecológica (Nature Communications, 2021).

En cuanto a la transformación de residuos, destacan tecnologías como la pirólisis (degradación térmica sin oxígeno), que convierte plásticos en combustibles líquidos; o la biotecnología aplicada, mediante enzimas y microorganismos capaces de descomponer materiales difíciles como el PET.

Estas innovaciones no solo mejoran la eficiencia de los procesos, sino que también amplían la gama de materiales que pueden ser reciclados, incluyendo residuos que hasta hace poco se consideraban no reciclables.

Casos exitosos de innovación tecnológica en reciclaje (global y latinoamericano)

En diferentes regiones del mundo, se han desarrollado iniciativas pioneras que ejemplifican el impacto positivo de la tecnología aplicada al reciclaje. A continuación, se presentan algunos casos relevantes a nivel global y latinoamericano:

Caso global – ZenRobotics (Finlandia): Esta empresa ha desarrollado robots inteligentes para la clasificación de residuos de construcción y demolición. Sus sistemas combinan sensores 3D, visión por computadora e inteligencia artificial, logrando clasificaciones precisas y automáticas en entornos industriales hostiles. (ZenRobotics, 2023).

Caso global – AMP Robotics (Estados Unidos): Desarrolló un sistema de clasificación automatizado que utiliza inteligencia artificial para identificar y separar más de 40 tipos de materiales en tiempo real. Esta tecnología ha sido adoptada por numerosas plantas de reciclaje en Norteamérica y Europa. (AMP Robotics, 2023).

Caso latinoamericano – Reciclarg (Argentina): Esta empresa se especializa en el reciclaje de residuos electrónicos, utilizando procesos tecnológicos seguros y sostenibles para recuperar metales y componentes. Además, emplea software de trazabilidad para garantizar el destino final de los materiales. (Reciclarg, 2023).

Caso latinoamericano – Ecoce (México): Coordinación entre empresas privadas, sociedad civil y gobierno para recolectar y reciclar envases de PET a gran escala. Utilizan sistemas de seguimiento digital y educación ambiental para mejorar la participación ciudadana. (ECOCE, 2022).

Caso colombiano – Eko Red y Recimédicas: Iniciativas que reciclan residuos postconsumo como empaques flexibles, medicamentos vencidos y textiles mediante alianzas con instituciones de salud y recicladores formales. Han incorporado plataformas digitales y modelos logísticos sostenibles. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

Estos ejemplos demuestran que la innovación tecnológica no es exclusiva de países desarrollados, sino que también puede surgir en contextos latinoamericanos cuando se combina con políticas públicas adecuadas, financiación y alianzas estratégicas.

Implicaciones tecnológicas para la sostenibilidad operativa

La incorporación de tecnología en los procesos de reciclaje no es solo un avance técnico, sino una estrategia integral de sostenibilidad operativa. Esto se debe a que permite optimizar recursos, reducir errores, garantizar la trazabilidad de los materiales y aumentar la eficiencia energética en todas las fases de la cadena.

La aplicación de tecnologías en los procesos de reciclaje tiene profundas implicaciones en la sostenibilidad operativa, tanto en términos económicos como ambientales y sociales. Según el World Economic Forum (2022), los sistemas automatizados y digitalizados optimizan el uso de recursos, reducen los errores humanos y mejoran la trazabilidad.

Las principales implicaciones positivas de la innovación tecnológica en la sostenibilidad operativa incluyen:

Eficiencia en el uso de recursos: Las tecnologías de clasificación automática reducen el desperdicio de materiales aprovechables y disminuyen los costos asociados a la separación manual.

Reducción del impacto ambiental: Al aumentar la tasa de recuperación de materiales y evitar su disposición inadecuada, se reducen emisiones de gases de efecto invernadero y contaminación de ecosistemas.

Generación de valor agregado: El procesamiento de residuos mediante tecnologías avanzadas permite obtener productos de mayor calidad, con potencial de comercialización nacional e internacional.

Mejora en condiciones laborales: La automatización reduce la exposición humana a residuos peligrosos o ambientes contaminantes, mejorando la seguridad en plantas de reciclaje.

Transparencia y trazabilidad: La digitalización permite certificar el destino de los materiales reciclados, lo que fortalece la confianza de los consumidores y facilita el cumplimiento de normativas ambientales.

No obstante, también existen desafíos que deben ser gestionados de manera estratégica, como los costos iniciales de inversión, la brecha digital en comunidades con baja conectividad, y la necesidad de capacitación técnica del personal involucrado. Afrontar estos retos con políticas inclusivas e incentivos fiscales será clave para consolidar una industria del reciclaje sostenible y tecnológicamente avanzada (OECD, 2022).

La innovación tecnológica se presenta como una herramienta clave para hacer del reciclaje un proceso verdaderamente sostenible, rentable e inclusivo. La transición hacia sistemas inteligentes de gestión de residuos es una oportunidad para transformar los desafíos ambientales en motores de desarrollo económico y social.

Economía circular como base de sostenibilidad

La economía circular constituye un modelo económico alternativo al sistema lineal tradicional de “extraer, producir, consumir y desechar”. Este modelo propone cerrar los ciclos de producción y consumo mediante la reutilización, reparación, renovación y reciclaje de materiales y productos existentes, prolongando así su vida útil y reduciendo el impacto ambiental. Según la Fundación Ellen MacArthur (2019), la economía circular busca diseñar un sistema restaurativo y regenerativo por intención, orientado a mantener el valor de los recursos durante el mayor tiempo posible dentro del ciclo económico.

La economía circular se posiciona como base de la sostenibilidad, ya que promueve la eficiencia en el uso de los recursos, minimiza la generación de residuos y fomenta la innovación tecnológica y social. En este contexto, el reciclaje adquiere un papel protagónico como mecanismo para reincorporar materiales al ciclo productivo, reducir la extracción de materias primas y contribuir a la competitividad empresarial (CEPAL, 2020).

Competitividad empresarial a través del reciclaje

Ventajas competitivas derivadas de la economía circular

La economía circular, como modelo regenerativo basado en el cierre de ciclos productivos, no solo representa una respuesta ambientalmente responsable a la creciente crisis de recursos, sino que también ofrece oportunidades estratégicas para las empresas que buscan mejorar su posición en mercados cada vez más exigentes en materia de sostenibilidad. En este contexto, el reciclaje —entendido no solo como recolección de residuos, sino como la reincorporación inteligente de materiales al ciclo productivo— se convierte en una herramienta clave para generar ventajas competitivas sostenibles.

Una de las principales ventajas competitivas radica en la resiliencia frente a la volatilidad de materias primas. Las empresas que incorporan materiales reciclados en su cadena de valor disminuyen su dependencia de recursos vírgenes, cuyo precio puede fluctuar debido a factores geopolíticos, climáticos o económicos. Esto les permite estabilizar sus costos de producción y planificar a mediano y largo plazo con mayor certeza.

Otra ventaja es la adaptación a marcos regulatorios cada vez más exigentes. A medida que gobiernos y organismos internacionales imponen normativas sobre responsabilidad extendida del productor, reciclaje obligatorio y emisiones de carbono, las organizaciones que ya han interiorizado prácticas circulares parten con ventaja para cumplir estos requisitos, evitando sanciones y mejorando su imagen frente a consumidores y entidades financieras.

El reciclaje también fomenta la innovación en modelos de negocio, permitiendo desarrollar productos diseñados para la reutilización, el desmontaje o el reaprovechamiento de materiales. Esta orientación innovadora no solo responde a exigencias ambientales, sino que estimula la creatividad empresarial y abre nuevas líneas de ingresos a través de mercados verdes y licitaciones sostenibles.

Las organizaciones que adoptan una visión estratégica de la economía circular y el reciclaje no solo reducen su impacto ambiental, sino que fortalecen su posición en el mercado al generar ventajas competitivas basadas en eficiencia, cumplimiento normativo, reputación y capacidad de innovación.

El reciclaje, concebido como la reincorporación inteligente de materiales al sistema productivo, se convierte en un eje clave de competitividad sostenible. Entre sus principales ventajas se destacan:

Resiliencia ante la volatilidad de materias primas. Las empresas que integran materiales reciclados reducen su dependencia de recursos vírgenes y estabilizan sus costos frente a la fluctuación de precios por factores geopolíticos o climáticos (World Economic Forum, 2021).

Cumplimiento de normativas ambientales. Los marcos regulatorios, como la responsabilidad extendida del productor o las metas de reciclaje, impulsan a las empresas hacia la circularidad. Quienes adoptan estas prácticas anticipadamente obtienen ventajas regulatorias y reputacionales (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, 2022).

Innovación y diferenciación. La economía circular promueve el rediseño de productos y procesos, estimulando la creatividad empresarial y la apertura de nuevos mercados sostenibles (Ellen MacArthur Foundation, 2019).

adoptar la economía circular fortalece la posición competitiva de las empresas mediante eficiencia, cumplimiento normativo y reputación ambiental positiva.

Reducción de costos y eficiencia operativa

Una de las principales razones por las cuales las empresas adoptan estrategias de reciclaje es la reducción de costos operativos. El uso de materiales reciclados puede disminuir significativamente los costos de producción, especialmente en sectores como el plástico, el papel, los metales y los textiles (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos [OCDE], 2020).

Además, la gestión adecuada de residuos internos reduce los costos asociados a su transporte, disposición o tratamiento. En Colombia, las empresas que implementan programas de gestión integral de residuos sólidos pueden acceder a incentivos tributarios según la Ley 223 de 1995 y la Resolución 1407 de 2018 del Ministerio de Ambiente.

Asimismo, la adopción de procesos circulares promueve la eficiencia energética y de recursos, contribuyendo a un uso más racional del agua, la energía y las materias primas. Estos beneficios trascienden la economía operativa para consolidar una ventaja estructural a largo plazo basada en la sostenibilidad.

Reciclaje como diferenciador de marca en mercados sostenibles

En los mercados actuales, la sostenibilidad se ha convertido en un atributo valorado por consumidores, inversionistas y comunidades. Las empresas que adoptan estrategias de reciclaje pueden diferenciarse en el mercado, fortaleciendo su marca y generando lealtad en consumidores ambientalmente conscientes (Nielsen, 2020).

El ecodiseño, la certificación ambiental (como ISO 14001 o sello de economía circular) y la comunicación transparente de las prácticas sostenibles permiten mejorar la reputación corporativa y acceder a segmentos de mercado con alto potencial de crecimiento. Según la CEPAL (2020), las empresas con estrategias de sostenibilidad bien comunicadas registran una ventaja reputacional que puede traducirse en mayor participación de mercado y acceso a financiamiento verde.

El reciclaje también impulsa la construcción de comunidades de consumidores responsables y fortalece la identidad de marca en torno a valores de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

Generación de valor compartido

El concepto de valor compartido, propuesto por Porter y Kramer (2011), plantea que las empresas pueden generar beneficios económicos mientras contribuyen simultáneamente al bienestar social y ambiental. En este sentido, el reciclaje permite construir valor compartido al integrar a comunidades y actores locales dentro de las cadenas de valor sostenibles.

En América Latina, esta integración se evidencia en la inclusión de recicladores de oficio dentro de los sistemas empresariales de aprovechamiento, lo cual mejora sus condiciones laborales, fomenta la formalización y reduce la pobreza (CEPAL, 2020).

Asimismo, el reciclaje refuerza la relación empresa-territorio, al fomentar la economía local mediante la compra de materiales reciclados a proveedores regionales y la realización de campañas de educación ambiental. Estas acciones fortalecen la cohesión social y promueven la corresponsabilidad ambiental.

En conclusión, la economía circular y el reciclaje representan no solo un modelo ambientalmente responsable, sino una estrategia empresarial de sostenibilidad y competitividad. Las organizaciones que incorporen prácticas circulares estarán mejor preparadas para responder a los desafíos económicos, regulatorios y sociales del siglo XXI.

Marco normativo sobre reciclaje en Colombia

El reciclaje, como eje estructural de la economía circular, requiere para su desarrollo una base normativa robusta que permita articular los esfuerzos públicos y privados hacia una gestión integral de los residuos. En Colombia, el marco legal ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, incorporando principios de sostenibilidad, responsabilidad compartida y economía circular. Este capítulo explora las leyes, decretos, estrategias nacionales, incentivos y restricciones que componen el entorno jurídico del reciclaje, así como las oportunidades y desafíos asociados a su implementación.

Principales leyes y decretos aplicables al reciclaje

El reciclaje en Colombia se rige por una serie de normas que buscan promover la valorización de residuos, establecer responsabilidades, regular a los actores involucrados y proteger el medio ambiente. Uno de los textos más importantes es la Ley 99 de 1993, que creó el Ministerio de Ambiente y sentó las bases de la política ambiental nacional, incluyendo la gestión de residuos como parte fundamental de la protección de los recursos naturales.

Posteriormente, la Ley 1259 de 2008 fortaleció los mecanismos de control sobre la disposición de residuos sólidos y promovió la adopción de prácticas responsables por parte de municipios, empresas y ciudadanos. Esta ley introdujo sanciones para quienes incumplan con la normatividad en la gestión de residuos, y abrió camino a la profesionalización del reciclaje.

La Ley 1672 de 2013, por su parte, creó la política nacional para la gestión integral de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), estableciendo que los productores son responsables de organizar sistemas de recolección y reciclaje de estos residuos. Este principio de responsabilidad extendida del productor ha sido replicado en otros sectores, como el de envases

y empaques (Resolución 1407 de 2018), aceites usados (Resolución 0316 de 2018) y neumáticos (Resolución 1326 de 2017).

Una norma clave es el Decreto 1076 de 2015, que recopila toda la normativa ambiental en un solo cuerpo jurídico. Este decreto se ha convertido en el marco general para la gestión ambiental en el país, y define con claridad los lineamientos para la autorización de actividades de aprovechamiento de residuos, así como los requisitos técnicos y ambientales para las organizaciones de recicladores y empresas prestadoras del servicio público de aseo.

Estrategias nacionales de economía circular (Estrategia Nacional EC)

En 2019, el Gobierno de Colombia lanzó la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC) como una política de Estado orientada a transformar el modelo económico lineal tradicional por uno más eficiente, regenerativo e incluyente. Esta estrategia fue liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, con el apoyo de otros ministerios, entidades territoriales y sectores productivos.

La ENEC se articula con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y se enfoca en seis ciclos de cierre de materiales y recursos: ciclo de materiales industriales, ciclo de empaques y envases, ciclo de biomasa, ciclo del agua, ciclo de energía y ciclo de materiales de construcción. El reciclaje es transversal a todos estos ciclos y constituye una de las principales acciones para cumplir los objetivos establecidos.

Uno de los pilares de la ENEC es la promoción de modelos de negocio circulares, en los que el reciclaje y la valorización de residuos son fundamentales. A través de esta estrategia, el Estado fomenta la cooperación entre actores públicos, privados y comunitarios para cerrar ciclos de materiales y minimizar el uso de recursos no renovables.

Además, la estrategia plantea una serie de metas cuantificables, como el aumento en la tasa de aprovechamiento de residuos, la reducción de residuos peligrosos, y el incremento en la participación de recicladores de oficio en cadenas formales. Para su implementación se establecieron planes regionales y herramientas como la hoja de ruta para la economía circular.

Incentivos y obligaciones para empresas recicladoras

El marco normativo colombiano establece tanto incentivos como obligaciones para las empresas dedicadas al reciclaje. Desde el enfoque de incentivos, se destacan los siguientes:

Beneficios tributarios: A través de la Ley 1715 de 2014 y el Estatuto Tributario, se han establecido beneficios fiscales para empresas que desarrollen tecnologías limpias, energías renovables o proyectos que reduzcan el impacto ambiental. Esto incluye actividades de reciclaje que permitan la reducción de emisiones y residuos. (Congreso de la República de Colombia, 2014).

Acceso a créditos verdes: Existen líneas de financiamiento preferencial ofrecidas por Bancóldex, Findeter y otros bancos de desarrollo para proyectos que promuevan la sostenibilidad, entre ellos, los relacionados con reciclaje, aprovechamiento de residuos y economía circular (Findeter, 2022).

Prioridad en licitaciones públicas Las empresas que acreditan certificaciones ambientales o implementan sistemas de gestión de residuos pueden obtener puntajes adicionales en procesos licitatorios, conforme a la Ley 80 de 1993 y sus modificaciones posteriores (Agencia Nacional de Contratación Pública, 2023).

Obligaciones

Las empresas recicladoras deben cumplir con requisitos técnicos, ambientales y laborales establecidos por la normatividad vigente. Entre ellos:

Registro ante las autoridades ambientales y presentación de planes de manejo de residuos sólidos.

Cumplimiento de condiciones sanitarias y de seguridad industrial.

Garantizar condiciones laborales dignas para recicladores de oficio, en cumplimiento del Decreto 596 de 2016, que formaliza su inclusión en la prestación del servicio público de aseo.

Mantener la trazabilidad de los materiales procesados, documentando su origen, tratamiento y destino final, para garantizar transparencia y cumplimiento ambiental (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2022).

Además, deben cumplir con el principio de trazabilidad en la gestión de residuos, documentando el origen, tratamiento y destino final de los materiales procesados, con el fin de garantizar la legalidad, calidad ambiental y transparencia del proceso.

Limitaciones y oportunidades desde el ámbito jurídico

A pesar de los avances legislativos, persisten desafíos que limitan el desarrollo pleno del reciclaje en Colombia. Uno de los principales problemas es la fragmentación normativa, dado que las disposiciones están dispersas en múltiples leyes, decretos y resoluciones, lo que dificulta su aplicación coherente y uniforme (CEPAL, 2020).

Otra limitación importante es la brecha entre la legislación nacional y la capacidad institucional de los municipios para hacerla cumplir. Muchos entes territoriales carecen de recursos técnicos y financieros para implementar sistemas efectivos de control y seguimiento, lo cual perpetúa la informalidad y las malas prácticas en la gestión de residuos (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2023).

Asimismo, los trámites administrativos para la legalización y licenciamiento de empresas recicladoras siguen siendo extensos y costosos, lo que desalienta la formalización de actores pequeños o comunitarios.

No obstante, el entorno normativo colombiano presenta también oportunidades emergentes. El Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 incorporó metas concretas sobre economía circular y aprovechamiento de residuos, abriendo espacios para nuevas reformas y programas de fortalecimiento institucional (Departamento Nacional de Planeación, 2023).

De igual forma, los mecanismos de diálogo público–privado y los fondos de cooperación internacional, como los del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y la Unión Europea, ofrecen recursos técnicos y financieros para modernizar el sector.

En síntesis, el marco normativo colombiano proporciona una base favorable para la promoción del reciclaje, pero requiere ajustes orientados a mejorar su aplicación territorial, fortalecer la capacidad institucional y promover la formalización de los actores que participan en la economía circular.

Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y reciclaje

La creciente preocupación por los efectos ambientales, sociales y económicos del modelo de desarrollo tradicional ha impulsado la adopción de marcos globales orientados hacia la sostenibilidad. Uno de los más relevantes es la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada en 2015 por los Estados miembros de las Naciones Unidas. Esta agenda establece 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), que actúan como hoja de ruta para los países que buscan erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar una vida digna para todos. En este contexto, el reciclaje emerge como una práctica transversal que contribuye de manera significativa a múltiples objetivos, especialmente aquellos relacionados con el medio ambiente, las ciudades sostenibles, la producción y el consumo responsables, y la acción por el clima. Este capítulo examina el vínculo entre los ODS y el reciclaje, analizando su interdependencia y el papel de los diferentes actores en el cumplimiento de las metas globales.

Introducción a la Agenda 2030 y los 17 ODS

La creciente preocupación por los efectos ambientales, sociales y económicos del modelo de desarrollo tradicional ha impulsado la adopción de marcos globales orientados hacia la sostenibilidad. Uno de los más relevantes es la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada en 2015 por los Estados miembros de las Naciones Unidas (ONU). Esta agenda establece 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y 169 metas, que constituyen una hoja de ruta global para erradicar la pobreza, proteger el planeta y garantizar una vida digna para todos (ONU, 2015).

Los ODS integran las tres dimensiones del desarrollo sostenible —social, económica y ambiental—, reconociendo que el progreso humano solo es posible si se mantiene un equilibrio ecológico y se promueve la equidad social (PNUD, 2020). Cada objetivo aborda áreas

específicas como educación, salud, igualdad de género, energía asequible, trabajo decente, innovación, justicia y sostenibilidad ambiental.

Entre los más vinculados con el medio ambiente destacan el ODS 11 (Ciudades y comunidades sostenibles), ODS 12 (Producción y consumo responsables) y ODS 13 (Acción por el clima). Estos tienen implicaciones directas sobre el reciclaje y la gestión eficiente de los recursos naturales (CEPAL, 2021).

En Colombia, la Agenda 2030 se ha integrado al Plan Nacional de Desarrollo y se articula mediante la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC), impulsada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Este enfoque ha permitido consolidar una conexión entre los compromisos internacionales y las políticas locales, fortaleciendo al reciclaje como instrumento estratégico para cumplir las metas de sostenibilidad (MinAmbiente, 2022).

ODS vinculados directamente con reciclaje (ODS 11, 12, 13, entre otros)

El reciclaje tiene un impacto directo y medible sobre varios Objetivos de Desarrollo Sostenible. Los principales son:

ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles. Promueve urbes inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. El reciclaje contribuye al manejo responsable de los residuos, reduce la presión sobre los rellenos sanitarios y favorece la formalización de recicladores de oficio (ONU-Hábitat, 2020).

ODS 12: Producción y consumo responsables. Considerado el ODS más relacionado con la economía circular. Promueve el uso eficiente de recursos, la minimización de residuos y la implementación de modelos productivos sostenibles. El reciclaje aporta directamente al cumplimiento de las metas 12.4 (gestión racional de productos químicos y residuos) y 12.5 (reducción significativa de desechos) (ONU, 2019).

ODS 13: Acción por el clima. El reciclaje contribuye a la mitigación del cambio climático al disminuir la demanda de extracción de materias primas, el uso energético y la emisión de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, reciclar una tonelada de aluminio puede ahorrar hasta el 95 % de la energía necesaria para producir aluminio primario (PNUMA, 2022).

Otros ODS también se benefician indirectamente:

ODS 8 (Trabajo decente y crecimiento económico): Fomenta empleos verdes y emprendimientos sostenibles.

ODS 1 (Fin de la pobreza): Genera ingresos en comunidades vulnerables mediante la inclusión de recicladores.

ODS 6 (Agua limpia y saneamiento): Reduce la contaminación de cuerpos hídricos.

ODS 15 (Vida de ecosistemas terrestres): Disminuye la presión sobre los recursos naturales y evita su degradación (Banco Mundial, 2023).

Rol del reciclaje en el cumplimiento de metas globales

El reciclaje es una herramienta estratégica para avanzar hacia una economía sostenible e inclusiva. Su capacidad de reintroducir materiales en los ciclos productivos permite reducir la dependencia de recursos vírgenes, disminuir la acumulación de desechos y limitar los impactos negativos sobre el clima y los ecosistemas (OCDE, 2020).

Además, el reciclaje impulsa la innovación tecnológica, la eficiencia energética y la ecoeficiencia industrial, alineándose con el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura). Invertir en infraestructura de aprovechamiento de residuos, promover el diseño circular de productos y establecer sistemas de logística inversa son prácticas que fortalecen la sostenibilidad y competitividad empresarial (PNUMA, 2022; ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021).

El cumplimiento de los ODS exige una visión sistémica e interconectada. En este sentido, el reciclaje no solo representa una práctica ambiental, sino una estrategia integral que impacta directamente en el empleo, la equidad social, la salud pública y la justicia ambiental (World Economic Forum, 2022).

Articulación entre actores públicos, privados y sociedad civil

El reciclaje como vehículo para alcanzar los ODS requiere de gobernanza colaborativa. Su éxito depende de la coordinación entre Estado, sector privado y sociedad civil:

El Estado: Debe establecer normativas claras, brindar incentivos fiscales, fortalecer la infraestructura y promover la educación ambiental. Igualmente, debe incluir a los recicladores de oficio en los sistemas de gestión de residuos (MinAmbiente, 2021).

El sector privado: Tiene una doble responsabilidad: reducir su huella ambiental e impulsar innovación. Muchas empresas están adoptando modelos circulares en sus cadenas productivas y estrategias de responsabilidad extendida del productor (ANDI, 2022).

La sociedad civil: Cumple un rol educativo y transformador. Las universidades, ONGs y comunidades organizadas fomentan la conciencia ambiental y la corresponsabilidad en el manejo de residuos (UNESCO, 2020).

Finalmente, el ODS 17 (Alianzas para lograr los objetivos) reconoce que la cooperación intersectorial es esencial para alcanzar la sostenibilidad global. En este marco, el reciclaje actúa como una plataforma eficaz para fortalecer capacidades locales, impulsar alianzas público-privadas y generar impactos medibles en la sostenibilidad nacional y regional (ONU, 2022).

La Agenda 2030 reconoce explícitamente la importancia de las alianzas para el desarrollo sostenible (ODS 17). En este sentido, el reciclaje puede ser una plataforma poderosa para

articular esfuerzos multisectoriales, construir capacidades locales y generar resultados concretos en términos de sostenibilidad.

Impacto del reciclaje en la economía local

El reciclaje, más allá de ser una acción ambientalmente responsable, se ha convertido en un pilar de transformación para las economías locales, especialmente en países en vías de desarrollo. Su implementación no solo contribuye a mitigar los efectos del cambio climático y reducir la contaminación, sino que también desempeña un rol clave en la generación de empleo, la inclusión social y la dinamización de las economías populares. (OIT, 2022; PNUMA, 2023). En este contexto, el reciclaje adquiere un valor estratégico al vincular actores tradicionalmente excluidos del desarrollo económico, como los recicladores de oficio, y crear redes productivas que revalorizan los residuos como insumos para nuevas actividades económicas. Este capítulo explora el papel del reciclaje en la generación de empleo verde, su potencial para la inclusión social, su impacto en las dinámicas económicas locales y algunos casos de éxito en contextos latinoamericanos que permiten comprender su alcance e importancia.

Reciclaje como generador de empleo verde

El concepto de empleo verde se refiere a aquellos trabajos que contribuyen a preservar o restaurar el medio ambiente, ya sea en sectores tradicionales o emergentes. (OIT, 2019). En este sentido, el reciclaje encaja perfectamente en esta categoría, ya que permite la generación de ingresos a partir de actividades que disminuyen la presión sobre los ecosistemas naturales, al tiempo que fomentan prácticas sostenibles dentro del ciclo económico. (PNUMA, 2022).

En las últimas dos décadas, diversas entidades multilaterales como la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) han destacado el potencial del reciclaje como motor de generación de empleo verde. Según estimaciones de la OIT, la transición hacia una economía circular podría generar más de 6 millones de empleos en el mundo para 2030, muchos de ellos vinculados directamente con

procesos de recolección, clasificación, transformación y comercialización de materiales reciclables. (OIT, 2022).

En contextos locales, como el colombiano, estas oportunidades son particularmente relevantes en territorios donde el desempleo, la informalidad laboral y la pobreza multidimensional afectan a amplios sectores de la población. Las cadenas de reciclaje ofrecen alternativas laborales accesibles, con baja barrera de entrada, y que pueden convertirse en ocupaciones dignas si se les proporciona reconocimiento, formalización y apoyo institucional. (MinAmbiente, 2021).

Inclusión de recicladores de oficio en cadenas de valor

En muchos países de América Latina, los recicladores de oficio —también conocidos como recuperadores, cartoneros o pepenadores— han sido históricamente los actores centrales del sistema de reciclaje. (CEPAL, 2021) Su trabajo ha permitido mantener una importante proporción de residuos fuera de los vertederos, a pesar de la precariedad de sus condiciones y la falta de reconocimiento legal y social. (BID, 2020). En Colombia, por ejemplo, se estima que cerca de 60 mil personas se dedican a la recuperación de materiales reciclables, siendo la mayoría parte de la economía informal. (MinAmbiente, 2022)

No obstante, en los últimos años ha habido avances significativos en su inclusión dentro de las cadenas de valor formales. Procesos como la reglamentación del servicio público de aseo con componente de aprovechamiento (Decreto 596 de 2016) han permitido que las organizaciones de recicladores puedan recibir remuneración por su labor, así como acceder a beneficios sociales y espacios de participación. (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2016).

La integración de estos actores en cadenas de valor estructuradas no solo mejora su calidad de vida, sino que fortalece la eficiencia del sistema de reciclaje. A través de procesos de capacitación, formalización y asociatividad, los recicladores pueden incrementar el valor agregado de su trabajo, participar en decisiones estratégicas del sector y contribuir a una economía más justa y sostenible. (PNUD, 2022).

Además, esta inclusión representa una oportunidad para abordar problemas estructurales como la exclusión social, la discriminación por condición socioeconómica y la falta de acceso a servicios públicos, haciendo del reciclaje una herramienta de transformación social. (OIT, 2021).

Dinamización de economías locales mediante redes de reciclaje

El reciclaje tiene un efecto multiplicador sobre las economías locales. A partir de la valorización de residuos como papel, plástico, metales y vidrio, se activan redes productivas que involucran desde la recolección hasta la transformación y comercialización de materiales reciclados. Esto permite el surgimiento de microempresas, cooperativas, centros de acopio, emprendimientos de innovación ambiental y nuevos canales de distribución.

En territorios rurales o periféricos, donde el acceso a empleo formal es limitado, estas redes pueden convertirse en fuentes estables de ingresos y fomentar dinámicas de economía popular solidaria. (Ellen MacArthur Foundation, 2021). Además, el reciclaje fomenta la autonomía económica local al reducir la dependencia de insumos externos, incentivar el consumo responsable y promover modelos de producción más resilientes.

Desde una perspectiva comunitaria, las redes de reciclaje también fortalecen los vínculos sociales, la confianza entre actores y el capital social. Al articular a recicladores, líderes barriales, instituciones educativas, autoridades locales y empresas privadas, se generan espacios

colaborativos que impulsan el desarrollo territorial desde abajo, con base en las capacidades y necesidades de cada comunidad. (CEPAL, 2022; PNUMA, 2023).

Análisis de casos comparativos en contextos locales latinoamericanos

Experiencias en América Latina demuestran cómo el reciclaje puede tener un impacto positivo en las economías locales, siempre que existan políticas claras, voluntad institucional y organización comunitaria (BID, 2021). A continuación, se destacan algunos casos:

Colombia – Bogotá (Asociaciones de recicladores formales): A raíz de decisiones judiciales de la Corte Constitucional (Sentencias T-291 de 2009 y T-724 de 2003), el Distrito Capital ha implementado políticas para garantizar la inclusión de recicladores de oficio en el sistema de aseo. Esto ha permitido que asociaciones como ARB (Asociación de Recicladores de Bogotá) gestionen rutas de recolección, operen centros de acopio y reciban contraprestaciones por su trabajo. (Corte Constitucional, 2009).

Brasil – São Paulo (Programa Coleta Seletiva Solidária): Esta iniciativa ha vinculado cooperativas de recicladores al sistema de gestión de residuos sólidos del municipio. La participación de estos actores ha incrementado los niveles de reciclaje, generado empleo formal y promovido procesos de educación ambiental a nivel comunitario. (Prefeitura de São Paulo, 2020).

Argentina – Buenos Aires (Cartoneros organizados): A través del Movimiento de Trabajadores Excluidos (MTE) y la cooperativa El Ceibo, miles de cartoneros han logrado el reconocimiento como trabajadores esenciales. Su labor ha sido incluida en el sistema de gestión de residuos del gobierno local, con acceso a equipamiento, infraestructura y condiciones laborales dignas. (MTE, 2021).

Estos casos evidencian que, cuando existen políticas claras, voluntad institucional y organización comunitaria, el reciclaje puede convertirse en un motor de desarrollo económico, inclusión y sostenibilidad a nivel local. (CEPAL, 2023).

Metodología

El presente estudio adopta un enfoque cualitativo de tipo descriptivo y analítico, orientado a comprender el papel del reciclaje como factor de sostenibilidad y competitividad en el marco de la economía circular. La investigación cualitativa permite interpretar fenómenos sociales y económicos desde la realidad de los actores involucrados, destacando las experiencias, percepciones y transformaciones que genera la adopción de prácticas circulares en empresas y comunidades locales (Hernández Sampieri, Fernández & Baptista, 2022).

La elección de este enfoque se justifica en la necesidad de explorar cómo las prácticas de reciclaje contribuyen a la sostenibilidad ambiental y a la inclusión social, más allá de su dimensión económica. En ese sentido, se empleó un análisis documental que integra fuentes teóricas, normativas y estudios de caso tanto nacionales como internacionales.

Tipo y diseño de investigación

La investigación se clasifica como no experimental y de corte descriptivo, ya que se centra en analizar la información existente sin manipular variables o intervenir directamente en los fenómenos observados. Según Sampieri et al. (2022), este tipo de estudio busca especificar las propiedades, características y perfiles de personas, grupos o procesos, lo cual resulta idóneo para examinar la estructura y efectos del reciclaje dentro de la economía circular.

El diseño es documental-analítico, basado en la recopilación, sistematización e interpretación de fuentes secundarias: informes técnicos, artículos científicos, documentos gubernamentales, leyes nacionales, reportes de sostenibilidad y literatura académica reciente. Este método permitió construir un marco interpretativo sólido que vincula la teoría con la realidad económica y ambiental del contexto colombiano (Bernal, 2021).

Fuentes de información

Las fuentes utilizadas se clasifican en tres categorías principales:

Fuentes académicas: artículos científicos, tesis, libros y publicaciones de universidades que abordan la economía circular, la gestión de residuos y la competitividad empresarial sostenible.

Fuentes institucionales: informes y estadísticas de entidades como el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente), el Departamento Nacional de Planeación (DNP), y la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Fuentes normativas: leyes, decretos y estrategias nacionales sobre gestión de residuos sólidos y economía circular, entre ellas la Ley 1672 de 2013, el Decreto 596 de 2016, y la Estrategia Nacional de Economía Circular (MinAmbiente, 2019).

El uso de estas fuentes permitió contrastar la teoría con los avances y desafíos observados en la práctica colombiana.

Técnicas de recolección y análisis de la información

La recolección de datos se realizó mediante revisión bibliográfica y documental sistemática. Para garantizar la fiabilidad y actualidad de la información, se priorizaron documentos publicados entre 2015 y 2025, disponibles en bases de datos académicas como *Scielo*, *Redalyc*, *Google Scholar*, *Dialnet* y portales oficiales del gobierno colombiano.

El análisis se llevó a cabo mediante una matriz temática, que permitió identificar categorías clave tales como: sostenibilidad, economía circular, reciclaje, competitividad e inclusión social. Posteriormente, se aplicó un análisis interpretativo y comparativo de los hallazgos, relacionando teorías con experiencias prácticas y políticas públicas.

Alcances y limitaciones

El estudio tiene un alcance descriptivo y analítico, centrado en el contexto colombiano, con referencias a experiencias latinoamericanas. Si bien no se realizaron mediciones cuantitativas directas, el enfoque cualitativo permitió comprender la relevancia del reciclaje como instrumento de sostenibilidad y desarrollo local.

Entre las limitaciones se identifican:

La escasa disponibilidad de datos actualizados sobre empleo verde formal en Colombia.

La heterogeneidad en la información reportada por municipios y empresas recicladoras.

La limitada divulgación de indicadores de economía circular en sectores productivos no industriales.

Sin embargo, estas limitaciones no afectan la validez del análisis, sino que evidencian la necesidad de fortalecer la generación y sistematización de información ambiental y económica en el país (PNUMA, 2022).

Consideraciones éticas

El trabajo respeta los principios éticos de la investigación documental:

Se reconoce la autoría intelectual de todas las fuentes utilizadas, mediante citación conforme a las normas APA (7ª edición).

No se manipularon datos ni se alteraron interpretaciones con fines distintos a los académicos.

Se priorizó el uso de información pública, verificable y debidamente referenciada, garantizando transparencia y rigurosidad científica (American Psychological Association, 2020).

Resultados

El análisis de resultados permite evidenciar cómo el reciclaje se consolida como una estrategia económica, social y ambiental dentro del modelo de economía circular, generando impactos positivos en la sostenibilidad y competitividad de las empresas y comunidades locales. A partir del enfoque cualitativo y documental implementado, se examinan los efectos observados en distintos niveles —empresarial, comunitario y territorial—, con especial énfasis en fábricas de reciclaje colombiano, que representan el potencial de articulación entre la producción limpia y la generación de empleo verde.

Resultados del análisis documental

El examen de las fuentes consultadas permitió identificar tres hallazgos centrales:

El reciclaje como vector de sostenibilidad integral.

Los estudios revisados coinciden en que la gestión eficiente de residuos y su reincorporación en la cadena productiva reducen significativamente la presión sobre los recursos naturales y las emisiones contaminantes (PNUMA, 2022; MinAmbiente, 2019). En Colombia, esta práctica contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 11, 12 y 13), al tiempo que fortalece los mecanismos de economía circular promovidos por la Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC).

Incremento de la competitividad empresarial mediante la circularidad:

Las empresas que integran procesos de reciclaje y aprovechamiento de materiales logran disminuir costos operativos, optimizar recursos y proyectar una imagen responsable ante los consumidores (DNP, 2022). De acuerdo con la OIT (2023), las compañías que adoptan estrategias circulares tienden a mejorar su desempeño financiero a largo plazo, gracias a la eficiencia energética y la reducción de desperdicios.

Aumento del valor social del reciclaje:

Más allá del aspecto ambiental, el reciclaje se ha convertido en una herramienta de inclusión socioeconómica. En América Latina, miles de familias encuentran en esta labor una fuente estable de ingresos y reconocimiento social, especialmente cuando se integran a cadenas formales de valor (BID, 2021; Hernández & Romero, 2020).

Análisis comparativo con experiencias latinoamericanas

El análisis de casos regionales evidencia similitudes significativas entre los avances de Colombia y los de otros países:

Brasil (Programa Coleta Seletiva Solidária): ha logrado integrar cooperativas de recicladores al sistema público de gestión de residuos, generando empleo formal y educación ambiental (BID, 2021).

Argentina (Movimiento de Trabajadores Excluidos - MTE): consolidó una red de cartoneros organizados que hoy participa en la gestión oficial de residuos urbanos (Gómez & Ochoa, 2021).

Chile (Ley REP, 2016): implementó la responsabilidad extendida del productor, obligando a las empresas a gestionar los residuos derivados de sus productos (Ministerio del Medio Ambiente de Chile, 2022).

Estos casos confirman que el éxito del reciclaje como motor de desarrollo depende de tres factores: el apoyo institucional, la organización comunitaria y la existencia de mercados circulares sólidos.

Interpretación de resultados

El análisis permite concluir que la economía circular, aplicada a través del reciclaje, trasciende el ámbito ambiental, posicionándose como una estrategia económica y social capaz de dinamizar territorios, generar empleo digno y fortalecer la competitividad empresarial.

En el caso colombiano, las políticas públicas y la articulación entre actores privados y comunidades recicladoras han permitido avanzar en la formalización del sector. No obstante, persisten desafíos relacionados con la financiación, la innovación tecnológica y la sensibilización ciudadana frente al consumo responsable.

El reciclaje, por tanto, debe entenderse no solo como una acción ecológica, sino como una política integral de desarrollo sostenible, capaz de vincular productividad, equidad y respeto por el entorno (PNUMA, 2022).

Discusión

La discusión de los resultados obtenidos permite establecer un diálogo entre los hallazgos empíricos y los marcos conceptuales revisados en los capítulos anteriores. En este caso, el análisis se centra en comprender cómo el reciclaje, como práctica clave dentro de la economía circular, contribuye a la sostenibilidad ambiental, económica y social de las comunidades locales y a la competitividad empresarial en Colombia.

Este proceso interpretativo busca identificar las coincidencias, diferencias y tensiones entre la teoría y la realidad observada, destacando los avances, desafíos y oportunidades que surgen de la implementación de modelos circulares en contextos productivos y sociales diversos (Ghisellini, Cialani & Ulgiati, 2016; PNUMA, 2022).

Convergencia entre sostenibilidad, competitividad y economía circular

Los resultados obtenidos muestran una clara relación entre la sostenibilidad y la competitividad empresarial cuando las organizaciones adoptan principios de economía circular.

De acuerdo con el Departamento Nacional de Planeación (DNP, 2022), las empresas que adoptan modelos circulares optimizan sus recursos, reducen costos operativos y mejoran su reputación ante los consumidores. Esto concuerda con lo expuesto por Korhonen et al. (2018), quienes señalan que la economía circular se ha convertido en un instrumento clave para fortalecer la resiliencia económica en entornos de incertidumbre global.

Sin embargo, también se evidencian desafíos importantes, especialmente en términos de inversión tecnológica, formalización laboral y fortalecimiento institucional. Muchos emprendimientos de reciclaje aún operan bajo esquemas informales, lo que limita su capacidad de expansión y acceso a mercados internacionales (OIT, 2023).

Dimensión social del reciclaje: inclusión y equidad

Uno de los hallazgos más relevantes del estudio es el papel del reciclaje como herramienta de inclusión social. La experiencia colombiana demuestra que la integración de recicladores de oficio en cadenas de valor formales no solo mejora la eficiencia del sistema de gestión de residuos, sino que también dignifica el trabajo de miles de personas tradicionalmente excluidas (Decreto 596 de 2016; Corte Constitucional, 2003, 2009).

En este sentido, la política pública colombiana se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 8, 10 y 12), que promueven el trabajo decente, la reducción de desigualdades y la producción responsable. La literatura internacional también respalda esta tendencia: el reciclaje, además de reducir impactos ambientales, fomenta cohesión social, fortalece la economía popular y contribuye a la justicia ambiental (Gómez & Ochoa, 2021; BID, 2021).

No obstante, persisten brechas estructurales relacionadas con la inequidad de ingresos, el acceso limitado a seguridad social y la escasa capacitación técnica de los recicladores. Resolver estas limitaciones requiere políticas públicas de largo plazo, acompañadas por alianzas multisectoriales y educación ambiental permanente (MinAmbiente, 2020).

Impacto económico y territorial del reciclaje

El reciclaje genera efectos positivos sobre las economías locales, ya que promueve la creación de microempresas, cooperativas y redes solidarias que dinamizan el comercio interno y generan empleo verde. Este hallazgo concuerda con estudios realizados por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA, 2022), que destacan la capacidad del reciclaje para diversificar las economías regionales y fortalecer el tejido social.

En el caso colombiano, el crecimiento de empresas dedicadas al aprovechamiento de materiales reciclables ha contribuido a consolidar un sector emergente con impacto en el Producto Interno Bruto (PIB) y en la generación de empleo formal. Sin embargo, la falta de

infraestructura, la débil articulación institucional y la ausencia de incentivos financieros continúan siendo barreras para su expansión (DNP, 2022; OIT, 2023).

El desarrollo de ecosistemas de innovación local, vinculados al reciclaje, representa una oportunidad estratégica para fomentar la economía circular desde la base territorial. De esta manera, los municipios pueden transformar los residuos en recursos y construir modelos productivos más sostenibles y autónomos.

Desafíos de la implementación de la economía circular en Colombia

A pesar de los avances normativos y de las estrategias gubernamentales, el tránsito hacia una economía circular plena enfrenta importantes desafíos estructurales. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2019), los principales obstáculos incluyen:

La limitada conciencia ciudadana sobre la separación y aprovechamiento de residuos.

La falta de infraestructura tecnológica y logística adecuada.

Las dificultades de financiamiento para pequeñas y medianas empresas del sector.

La baja integración de la economía circular en los currículos educativos y procesos formativos.

Además, la transición hacia modelos sostenibles requiere un cambio cultural profundo que supere la visión del residuo como desecho y lo reconozca como recurso. Tal como afirma Murray, Skene y Haynes (2017), la economía circular no puede consolidarse sin la participación activa de todos los actores sociales: gobierno, sector privado, academia y ciudadanía.

Implicaciones para la sostenibilidad empresarial

Los resultados discutidos confirman que el reciclaje no solo aporta a la sostenibilidad ambiental, sino que fortalece la competitividad empresarial al mejorar la eficiencia de los procesos y generar diferenciación en mercados responsables. Las organizaciones que adoptan

modelos circulares ganan legitimidad social y abren oportunidades de cooperación internacional (Bocken et al., 2016).

Asimismo, la articulación entre empresas recicladoras y comunidades locales genera valor compartido, en tanto contribuye al bienestar colectivo y al desarrollo territorial. Este enfoque coincide con el concepto de “capitalismo inclusivo”, donde el éxito económico se mide también por su impacto positivo en la sociedad y el medio ambiente (Porter & Kramer, 2019).

Síntesis de la discusión

En conjunto, la evidencia revisada y los resultados obtenidos permiten sostener que el reciclaje, dentro del paradigma de la economía circular, constituye una estrategia clave para alcanzar el desarrollo sostenible en Colombia. Su potencial radica en la capacidad de conectar la gestión ambiental con la productividad empresarial y la equidad social.

No obstante, la consolidación de este modelo depende de la coordinación efectiva entre políticas públicas, innovación tecnológica, educación ambiental y participación ciudadana. La sostenibilidad no puede entenderse como un objetivo exclusivo del Estado o de las empresas, sino como un compromiso compartido entre todos los actores de la sociedad.

Conclusiones

El desarrollo de la presente monografía permitió analizar de manera integral el papel del reciclaje como eje transformador dentro del paradigma de la sostenibilidad y la economía circular. Se concluye que el reciclaje trasciende la visión tradicional de manejo de residuos para consolidarse como una estrategia de desarrollo económico, social y ambiental que favorece la competitividad y la equidad en los territorios locales (Jiménez & Restrepo, 2021).

En primer lugar, se evidenció que el reciclaje contribuye directamente a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente en los objetivos 11, 12 y 13, al promover ciudades sostenibles, patrones de consumo responsables y acciones contra el cambio climático (ONU, 2015). Su correcta implementación reduce la presión sobre los recursos naturales, disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero y fomenta la innovación productiva basada en la reutilización de materiales (PNUMA, 2020).

Asimismo, el reciclaje se consolidó como un mecanismo de inclusión social y generación de empleo verde, especialmente en contextos donde la informalidad laboral y la pobreza limitan las oportunidades económicas. En Colombia, la incorporación de los recicladores de oficio dentro de la cadena de valor del aprovechamiento ha permitido avances significativos en términos de formalización y reconocimiento laboral, fortaleciendo así el tejido social (OIT, 2018; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

De igual manera, el fortalecimiento de redes de reciclaje comunitarias ha dinamizado las economías locales al fomentar emprendimientos sostenibles, cooperativas y microempresas que articulan procesos de recolección, clasificación y comercialización de residuos valorizables (Cruz & Hernández, 2020). Estas redes no solo estimulan la economía circular, sino que también

promueven la resiliencia territorial y la corresponsabilidad ciudadana frente al manejo de los residuos sólidos.

Por otro lado, se constató que la economía circular, como base teórica y práctica del reciclaje, requiere una articulación efectiva entre el sector público, el privado y la sociedad civil. La ausencia de políticas públicas integrales o de incentivos económicos adecuados puede limitar el impacto positivo del reciclaje, mientras que la cooperación multisectorial impulsa la sostenibilidad a largo plazo (Cepal, 2022).

Finalmente, se reconoce que Colombia enfrenta desafíos importantes en la consolidación de un modelo sostenible de reciclaje, como la falta de infraestructura tecnológica, la baja conciencia ambiental en algunos sectores sociales y la necesidad de educación ambiental continua. Sin embargo, las experiencias exitosas en ciudades como Bogotá, Medellín y Cali demuestran que es posible avanzar hacia una economía circular robusta y socialmente incluyente (DNP, 2023).

En conclusión, el reciclaje representa una oportunidad estratégica para el desarrollo sostenible, al integrar dimensiones económicas, ambientales y sociales en un mismo propósito. Su fortalecimiento requiere políticas públicas coherentes, educación ciudadana, innovación tecnológica y compromiso ético de todos los actores del sistema. Solo así se logrará consolidar un modelo de economía circular que garantice la sostenibilidad y la competitividad del país en el largo plazo.

Conclusiones generales del estudio

El análisis realizado permite extraer varias conclusiones clave que resumen los aportes investigativos del presente trabajo:

Primero, el reciclaje no puede seguir siendo concebido únicamente como una estrategia de disposición final de residuos. Se trata de un proceso que forma parte de una lógica económica regenerativa, articulada a los principios de la economía circular. Esto implica una transformación profunda en las formas de producir, consumir y relacionarse con el entorno.

Segundo, la actividad del reciclaje representa una herramienta poderosa de inclusión social y generación de empleo verde. Miles de recicladores en Colombia contribuyen diariamente a la recuperación de materiales que, de otro modo, terminarían en rellenos sanitarios. Su trabajo, aunque históricamente invisibilizado, es hoy reconocido como un servicio público esencial.

Tercero, existe un marco normativo robusto, aunque aún perfectible, que respalda el reciclaje en Colombia. Normas como el Decreto 1077 de 2015 y la Estrategia Nacional de Economía Circular establecen rutas claras para la consolidación del sector. Sin embargo, su implementación enfrenta desafíos relacionados con la coordinación institucional, la financiación y la cultura ciudadana.

Cuarto, el reciclaje es una fuente de ventaja competitiva para las empresas. No solo reduce costos y optimiza procesos, sino que posiciona las marcas en mercados sensibles a los criterios ambientales, sociales y de gobernanza (ASG). En un entorno global marcado por consumidores más informados y exigentes, incorporar prácticas circulares es clave para mantener la relevancia empresarial.

Finalmente, el reciclaje impacta positivamente en el desarrollo local, dinamizando redes productivas, fomentando el emprendimiento verde y fortaleciendo las capacidades comunitarias. Su potencial va más allá de lo ambiental: es una palanca de transformación económica y social.

Recomendaciones

A partir del análisis realizado en esta monografía, se formulan las siguientes recomendaciones dirigidas a fortalecer los procesos de reciclaje, la economía circular y la sostenibilidad en el contexto colombiano. Estas orientaciones se estructuran considerando los ámbitos institucional, empresarial, comunitario y académico, con el fin de fomentar una articulación integral entre los actores del sistema.

Recomendaciones para las instituciones públicas

Es fundamental que el Estado colombiano continúe consolidando políticas públicas orientadas a la gestión integral de residuos sólidos y la promoción de la economía circular, bajo un enfoque territorial e incluyente. Se recomienda fortalecer la implementación del Decreto 596 de 2016, garantizando la participación efectiva de los recicladores de oficio en los programas de aprovechamiento (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

Asimismo, se propone la creación de incentivos tributarios y financieros para las empresas que desarrollen procesos sostenibles de reciclaje y reutilización de materiales, lo cual impulsaría la innovación tecnológica y la inversión verde (DNP, 2023). Además, los gobiernos locales deben priorizar la educación ambiental como herramienta de transformación social, incluyendo campañas continuas de sensibilización sobre separación en la fuente, consumo responsable y reducción de residuos (ONU, 2015).

De igual manera, se sugiere fortalecer la articulación interinstitucional entre entidades como el Ministerio de Ambiente, las alcaldías, las corporaciones autónomas regionales y las universidades, con el objetivo de coordinar proyectos piloto que sirvan de modelo para otros territorios (Cepal, 2022).

Recomendaciones para el sector empresarial

Las empresas deben asumir un compromiso más activo con la sostenibilidad, integrando la economía circular como eje estratégico de competitividad. Se recomienda que las organizaciones adopten modelos de producción más limpia (PML) y sistemas de gestión ambiental basados en la norma ISO 14001, que promuevan la reducción de residuos y el uso eficiente de los recursos naturales (PNUMA, 2020).

Además, es necesario promover alianzas entre empresas y asociaciones de recicladores para consolidar cadenas de valor sostenibles y socialmente responsables. Estas colaboraciones pueden traducirse en procesos de compra de materiales reciclados, programas de capacitación y apoyo técnico para mejorar la calidad del material aprovechado (OIT, 2018).

El sector empresarial también puede desempeñar un papel clave en la educación ambiental corporativa, fomentando la cultura del reciclaje entre sus trabajadores, clientes y proveedores, y adoptando prácticas de economía circular como el ecodiseño, la reutilización de empaques y la logística inversa (Jiménez & Restrepo, 2021).

Recomendaciones para las comunidades y organizaciones sociales

Las comunidades locales son actores fundamentales en la construcción de un modelo de reciclaje sostenible. Se recomienda fomentar la organización comunitaria y el trabajo cooperativo a través de asociaciones, redes y cooperativas de reciclaje que promuevan la economía solidaria y el desarrollo local (Cruz & Hernández, 2020).

Es prioritario implementar procesos de formación y empoderamiento comunitario, donde los ciudadanos comprendan la importancia del reciclaje como una herramienta de transformación social, económica y ambiental. La educación ambiental debe impartirse desde los primeros niveles educativos y reforzarse mediante estrategias participativas lideradas por juntas de acción comunal, instituciones educativas y ONG (ONU, 2015).

También se recomienda fortalecer los mecanismos de inclusión y dignificación del reciclador de oficio, garantizando condiciones laborales seguras, remuneración justa y acceso a servicios básicos. De esta forma, se contribuye no solo a la sostenibilidad, sino también a la equidad social y la justicia ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

Recomendaciones para el ámbito académico

Las instituciones de educación superior tienen la responsabilidad de generar conocimiento aplicado sobre la gestión sostenible de los residuos y la economía circular. Se recomienda fomentar proyectos de investigación interdisciplinarios que integren ingeniería, economía, sociología y gestión ambiental, con el fin de diseñar soluciones innovadoras para los desafíos del reciclaje en Colombia (Cepal, 2022).

De igual modo, se sugiere la creación de semilleros de investigación y laboratorios de economía circular, donde los estudiantes puedan vincularse con comunidades recicladoras y empresas locales, generando procesos de aprendizaje colaborativo y transferencia tecnológica (DNP, 2023).

Finalmente, el sector académico debe continuar promoviendo la educación ambiental como eje transversal del currículo, fortaleciendo la conciencia ecológica y ética profesional de las nuevas generaciones (PNUMA, 2020).

Referencias Bibliográficas

- Agencia Nacional de Contratación Pública. (2023). *Manual para la contratación sostenible en Colombia*. <https://www.colombiacompra.gov.co>
- American Psychological Association. (2020). *Publication Manual of the American Psychological Association* (7th ed.). APA.
- AMP Robotics. (2023). *Artificial intelligence recycling systems*. Recuperado de <https://www.amrobotics.com>
- ANDI. (2022). *Informe de sostenibilidad y economía circular en Colombia*. Asociación Nacional de Empresarios de Colombia. <https://www.andi.com.co>
- Asociación Internacional del Aluminio. (2021). *Aluminium Recycling and Climate Change Report*. <https://international-aluminium.org/>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2020). *Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidades para un futuro sostenible*. <https://www.iadb.org>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2021). *Reciclaje inclusivo en América Latina y el Caribe: oportunidades para la economía circular*. Recuperado de <https://www.iadb.org>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2021). *Reciclaje inclusivo en América Latina y el Caribe: oportunidades para la economía circular*. <https://www.iadb.org>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2021). *Residuos sólidos y reciclaje inclusivo en América Latina*. <https://www.iadb.org>
- Banco Interamericano de Desarrollo [BID]. (2022). *Economía circular en América Latina y el Caribe*. <https://www.iadb.org/es>

- Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). *Economía circular en América Latina y el Caribe: Oportunidades para un desarrollo sostenible*. <https://www.iadb.org>
- Banco Mundial. (2020). *What a waste 2.0: A global snapshot of solid waste management to 2050*. <https://www.worldbank.org>
- Banco Mundial. (2023). *Gestión de residuos y reciclaje sostenible*.
<https://www.worldbank.org>
- Bernal, C. A. (2021). *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales* (5.ª ed.). Pearson Educación.
- Bocken, N. M. P., Bakker, C., & Pauw, I. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308–320. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>
- CEPAL. (2021). *Implementación de la Agenda 2030 en América Latina y el Caribe*.
<https://www.cepal.org>
- CEPAL. (2021). *Inclusión social y gestión de residuos sólidos en América Latina*.
<https://www.cepal.org>
- Cepal. (2022). *La economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidades y desafíos para el desarrollo sostenible*. Naciones Unidas. <https://www.cepal.org>
- CEPAL. (2022). *Panorama de la economía circular en América Latina y el Caribe*.
Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
<https://www.cepal.org/es/publicaciones>
- CEPAL. (2022). *Reciclaje y economía local en el marco de los ODS*.
<https://www.cepal.org>

CEPAL. (2023). *Políticas públicas de reciclaje en América Latina*.

<https://www.cepal.org>

Circle Economy. (2020). *The circularity gap report 2020*. <https://www.circularity-gap.world/2020>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2020). *Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidades para la recuperación sostenible*. Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2020). *Economía circular en América Latina y el Caribe: Oportunidades para la recuperación sostenible*. Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org>

Comisión Europea. (2020). *Circular Economy Action Plan*. European Union.

<https://environment.ec.europa.eu>

Congreso de la República de Colombia. (1993). *Ley 99 de 1993*. Diario Oficial No. 41.146.

Congreso de la República de Colombia. (2008). *Ley 1259 de 2008*. Diario Oficial No. 47.201.

Congreso de la República de Colombia. (2013). *Ley 1672 de 2013*. Diario Oficial No. 48.834.

Congreso de la República de Colombia. (2014). *Ley 1715 de 2014*. Diario Oficial No. 49.150.

Corte Constitucional de Colombia. (2009). *Sentencia T-291 de 2009*.

<https://www.corteconstitucional.gov.co>

Corte Constitucional. (2003). *Sentencia T-724 de 2003*. Bogotá: República de Colombia.

Corte Constitucional. (2009). *Sentencia T-291 de 2009*. Bogotá: República de Colombia.

Cruz, A., & Hernández, M. (2020). *Redes de reciclaje y sostenibilidad local: una mirada desde la economía solidaria*. *Revista de Estudios Ambientales*, 12(3), 45–61.

DANE. (2023). *Empleo e informalidad laboral en Colombia 2023*.

<https://www.dane.gov.co>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2022). *Política Nacional de Economía Circular*. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2022). *Política Nacional de Economía Circular*. Recuperado de <https://www.dnp.gov.co>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2022). *Política Nacional de Economía Circular*. <https://www.dnp.gov.co>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2023). *Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026: Colombia potencia mundial de la vida*. Gobierno de Colombia.

<https://www.dnp.gov.co>

Departamento Nacional de Planeación (DNP). (2023). *Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos en Colombia*. Gobierno de Colombia.

<https://www.dnp.gov.co>

ECOCE. (2022). *Informe de sostenibilidad 2022: Reciclaje de envases PET en México*.

<https://www.ecoce.mx>

Ellen MacArthur Foundation. (2019). *Completing the picture: How the circular economy tackles climate change*.

https://materialeconomics.com/sites/default/files/completing_the_picture_how_the_circular_economy-_tackles_climate_change.pdf

- Ellen MacArthur Foundation. (2019). *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change*. <https://ellenmacarthurfoundation.org>
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). *Completing the Picture: How the Circular Economy Tackles Climate Change*. <https://ellenmacarthurfoundation.org>
- Ellen MacArthur Foundation. (2020). *Circular economy principles*.
<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-principles>
- Ellen MacArthur Foundation. (2020). *What is a circular economy? A framework for an economy that is restorative and regenerative by design*.
<https://ellenmacarthurfoundation.org>
- Ellen MacArthur Foundation. (2021). *Circular economy and local resilience*.
<https://ellenmacarthurfoundation.org>
- Ellen MacArthur Foundation. (2021). *Circular economy in action: Global case studies*.
<https://ellenmacarthurfoundation.org>
- European Commission. (2020). *Circular economy action plan*.
<https://environment.ec.europa.eu>
- European Commission. (2020). *Circular economy: Environment*.
https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy_en
- European Environment Agency. (2020). *Circular economy in Europe: Developing the knowledge base*. <https://www.eea.europa.eu>
- European Environment Agency. (2020). *Circular economy in Europe: Developing the knowledge base*. <https://www.eea.europa.eu>
- European Environment Agency. (2021). *Waste management in Europe: State and outlook 2021*. <https://www.eea.europa.eu>

- FAO. (2020). *Gestión sostenible de residuos orgánicos y reciclaje agrícola*.
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
<https://www.fao.org>
- Findeter. (2022). *Líneas de crédito sostenibles y verdes*. <https://www.findeter.gov.co>
- Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11–32.
<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007>
- Gómez, A., & Ochoa, L. (2021). *Modelos de gestión de residuos sólidos en América Latina: experiencias y aprendizajes*. Universidad de Buenos Aires.
- Gómez, A., & Ochoa, L. (2021). *Modelos de gestión de residuos sólidos en América Latina: experiencias y aprendizajes*. Universidad de Buenos Aires.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista, M. del P. (2022). *Metodología de la investigación* (7.^a ed.). McGraw-Hill.
- Hernández, R., & Romero, M. (2020). *Gestión sostenible de residuos sólidos y su impacto socioeconómico en América Latina*. *Revista de Estudios Ambientales*, 12(4), 44–59.
- Jiménez, L., & Restrepo, C. (2021). *El reciclaje como instrumento de desarrollo sostenible: análisis desde la economía circular*. Universidad Nacional de Colombia.
- Korhonen, J., Honkasalo, A., & Seppälä, J. (2018). Circular Economy: The Concept and its Limitations. *Ecological Economics*, 143, 37–46.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.041>

- MinAmbiente. (2021). *Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIRS)*. <https://www.minambiente.gov.co>
- MinAmbiente. (2021). *Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIRS)*. <https://www.minambiente.gov.co>
- MinAmbiente. (2022). *Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC)*.
<https://www.minambiente.gov.co>
- MinAmbiente. (2022). *Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC)*.
<https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2021). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. Gobierno de Colombia. <https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2023). *Avances en políticas de reciclaje inclusivo en Colombia*. <https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia. (2022). *Política Nacional de Economía Circular*. Gobierno de Colombia. <https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2013). *Política Nacional para la Gestión Integral de RAEE*. Gobierno de Colombia.
<https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2015). *Decreto 1076 de 2015: Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. <https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. <https://www.minambiente.gov.co>

- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular (ENEC)*. <https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular*. <https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Guía para la implementación de la gestión integral de residuos sólidos en Colombia*. Recuperado de <https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Guía para la gestión integral de residuos sólidos*. <https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *Informe sobre la inclusión de recicladores en el sistema de aprovechamiento en Colombia*. <https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). *Informe sobre innovación y sostenibilidad en la gestión de residuos en Colombia*. <https://www.minambiente.gov.co>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2016). *Decreto 596 de 2016*. <https://www.minvivienda.gov.co>
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2022). *Ley REP y responsabilidad extendida del productor*. Recuperado de <https://www.mma.gob.cl>

Movimiento de Trabajadores Excluidos (MTE). (2021). *Reciclaje con inclusión social*.

<https://www.recuperadores.ar>

Murray, A., Skene, K., & Haynes, K. (2017). The Circular Economy: An

Interdisciplinary Exploration of the Concept and Application in a Global Context.

Journal of Business Ethics, 140(3), 369–380. <https://doi.org/10.1007/s10551-015->

2693-2

Naciones Unidas. (2015). *Agenda 2030 y Objetivos de Desarrollo Sostenible*.

<https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>

Nature Communications. (2021). *Biodegradation of plastics using engineered enzymes*.

<https://www.nature.com/ncomms>

Nielsen. (2020). *The Evolution of the Sustainability Mindset*. Nielsen Global Survey.

<https://www.nielsen.com>

OCDE. (2020). *Circular economy and local development*. <https://www.oecd.org>

OCDE. (2020). *Circular economy principles and practices*. <https://www.oecd.org>

OECD. (2022). *Innovation for a circular economy: Sustainable production and*

consumption. <https://www.oecd.org>

OIT. (2019). *Empleos verdes: hacia el trabajo decente en un mundo sostenible*.

<https://www.ilo.org>

OIT. (2021). *Formalización del trabajo en el reciclaje informal en América Latina*.

<https://www.ilo.org>

OIT. (2022). *Green Jobs Programme: Employment through circular economy*.

<https://www.ilo.org>

ONU Medio Ambiente. (2020). *Perspectivas del medio ambiente mundial GEO-6*.

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://www.unep.org>

ONU Medio Ambiente. (2021). *Perspectivas del medio ambiente mundial GEO-6*.

<https://www.unep.org>

ONU. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo*

Sostenible. Naciones Unidas. <https://sdgs.un.org/es>

ONU. (2019). *Informe sobre los Objetivos de Desarrollo Sostenible*.

<https://unstats.un.org/sdgs>

ONU. (2022). *ODS y alianzas para el desarrollo sostenible (ODS 17)*.

<https://www.un.org>

ONU-Hábitat. (2020). *Ciudades sostenibles e inclusión social en América Latina*.

<https://unhabitat.org>

Organización de las Naciones Unidas (ONU). (2015). *Agenda 2030 para el Desarrollo*

Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment>

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2018). *Empleos verdes y sostenibilidad en*

América Latina. <https://www.ilo.org>

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2020). *Empleos verdes y sostenibles en*

América Latina. <https://www.ilo.org>

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2023). *Empleos verdes para el desarrollo*

sostenible. Recuperado de <https://www.ilo.org>

Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2023). *Empleos verdes para el desarrollo*

sostenible. Recuperado de <https://www.ilo.org>

- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2023). *Empleos verdes para el desarrollo sostenible*. <https://www.ilo.org>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2020). *Circular Economy in Cities and Regions*. OECD Publishing.
<https://doi.org/10.1787/10.1787/10.1787/bc7b3a2e-en>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2020). *Global material resources outlook to 2060*. <https://www.oecd.org>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2020). *Global material resources outlook to 2060*. <https://www.oecd.org>
- PNUD. (2020). *Guía para la implementación de los ODS en América Latina*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://www.undp.org>
- PNUD. (2022). *Reciclaje inclusivo y desarrollo sostenible en América Latina*.
<https://www.undp.org>
- PNUMA. (2022). *Economía circular y acción climática*. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. <https://www.unep.org>
- PNUMA. (2022). *Empleos verdes y economía circular*. <https://www.unep.org>
- PNUMA. (2023). *Residuos y oportunidades para el desarrollo local sostenible*.
<https://www.unep.org>
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2011). *Creating Shared Value*. *Harvard Business Review*, 89(1/2), 62–77.
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2019). *Creating Shared Value*. *Harvard Business Review*.
<https://hbr.org>

Prefeitura de São Paulo. (2020). *Programa Coleta Seletiva Solidária*.

<https://www.prefeitura.sp.gov.br>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2021). *Informe*

Global sobre Economía Circular. <https://www.unep.org>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2022). *Residuos y*

recursos: hacia un planeta sin contaminación. <https://www.unep.org>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2022).

Perspectivas del medio ambiente en América Latina y el Caribe. Recuperado de

<https://www.unep.org/es>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2022).

Perspectivas del medio ambiente en América Latina y el Caribe. Recuperado de

<https://www.unep.org/es>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2022).

Perspectivas del medio ambiente en América Latina y el Caribe.

<https://www.unep.org/es>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). (2020).

Perspectivas del medio ambiente mundial GEO-6. <https://www.unep.org>

Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2021). *Perspectivas del*

medio ambiente mundial. <https://www.unep.org>

Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2021). *Perspectivas del medio*

ambiente mundial. <https://www.unep.org>

Reciclarg. (2023). *Reciclaje tecnológico sustentable en Argentina*.

<https://www.reciclarg.com.ar>

- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2022). *Guía para la formalización de recicladores y prestadores del servicio público de aseo*.
<https://www.superservicios.gov.co>
- UNEP. (2020). *Global waste management outlook*. <https://www.unep.org>
- UNEP. (2023). *Global Waste Management Outlook 2023*. United Nations Environment Programme. <https://www.unep.org>
- UNESCO. (2020). *Educación para el desarrollo sostenible: hoja de ruta 2030*.
<https://www.unesco.org>
- World Bank. (2020). *What a waste 2.0: Global snapshot of solid waste management*.
<https://www.worldbank.org>
- World Economic Forum. (2021). *The Future of the Circular Economy: Accelerating the Transition*. WEF. <https://www.weforum.org>
- World Economic Forum. (2022). *Circular economy for sustainable growth*.
<https://www.weforum.org>
- World Economic Forum. (2022). *The future of waste: Smart systems for circularity*.
<https://www.weforum.org>
- WWF. (2020). *Reciclaje y conservación de bosques: impactos y beneficios*. Fondo Mundial para la Naturaleza. <https://www.wwf.org>
- ZenRobotics. (2023). *Smart robotic waste sorting systems*. <https://www.zenrobotics.com>