

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ECONOMÍA**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE ECONOMISTA**

Artículo Académico

***Perfil económico y ambiental de las empresas que reutilizan residuos
en el Ecuador; año 2022***

Samanta Estefanía Altamirano Bustos

saaltamirano@puce.edu.ec

Directora: PhD. María de los Ángeles Barrionuevo Mora

mabarrionuevom@puce.edu.ec

Quito, 27 de enero de 2025

Índice

<i>Resumen</i>	3
Introducción.....	4
Referentes teóricos	6
Fundamentos de la economía neoclásica y externalidades	6
Enfoques y principios de la economía ambiental.....	7
Economía del cambio climático y gases de efecto invernadero	7
Principios y estrategias de la economía circular.....	8
Economía circular en la gestión de residuos.....	9
Referentes empíricos	11
Economía circular como estrategia de mitigación al cambio climático.....	11
Casos de economía circular aplicados a empresas y países	12
Eficiencia empresarial a través de la inversión en tecnologías ambientales.....	12
Tamaño empresarial en la optimización de residuos.....	13
Deficiencias en los sistemas de gestión y su impacto ambiental.....	14
Propuesta metodológica	15
Investigación cuantitativa	15
Modelo Logit.....	15
Variables que inciden en la reutilización de residuos	16
Metodología de Fanor	18
Resultados y discusión.....	18
Residuos en la industria y en el Ecuador.....	18
Estadística descriptiva	19
Residuos no peligrosos	19
Impacto ambiental	20
Modelos Logit.....	22
Dimensión perfil económico.....	23
Dimensión inversiones ambientales	27
Dimensión prácticas ambientales	28
Conclusiones	31
Referencias	32

Resumen

En Ecuador, la mayoría de las empresas aún operan bajo un modelo económico lineal caracterizado por la extracción de recursos, la producción masiva y la eliminación de desechos sin considerar las externalidades ambientales. La economía circular surge como respuesta a la búsqueda de un equilibrio entre el crecimiento económico y la gestión del ambiente. Para aportar a este debate, el presente estudio exploró las características económicas y ambientales de las empresas ecuatorianas que reutilizaron residuos no peligrosos en el año 2022, dado que las empresas tienen un impacto crucial para enfrentar la crisis climática y promover modelos de economía circular al ser responsables de gran parte de los residuos desechados. Mediante modelos Logit, se analizó la relación entre variables como ubicación geográfica, tamaño de la empresa, sector, gastos ambientales o uso de energías renovables con la probabilidad de que las empresas reutilicen los residuos que generan. Se encontró que, las empresas más grandes, con inversiones en protección ambiental y prácticas de gestión sostenibles, presentan mayor probabilidad de reutilizar residuos. Además, sectores como manufactura y comercio lideran estas prácticas. Se pudo observar que el 18% de las empresas estudiadas implementaron prácticas de reutilización, de estas solo el 28% contrataron personal dedicado a actividades ambientales y solo el 6% generaron energía eléctrica alternativa. Los resultados sugieren que el avance hacia una economía circular en Ecuador requiere de normativas, de incentivos gubernamentales y del compromiso del sector privado en sus procesos productivos para abordar las ineficiencias en la gestión de residuos.

Palabras clave: Gestión industrial, contaminación, economía verde, tratamiento de desechos, sensibilización ambiental.

Introducción

Anualmente, se genera más de dos mil millones de toneladas de residuos sólidos, que, si se apilara en contenedores estándar y se colocara uno tras otro, podría dar la vuelta al Ecuador terrestre 25 veces (United Nations Environment Programme, 2024). Este incremento constante en los desechos refleja no solo el aumento en el consumo y la producción, sino también el efecto de las decisiones cotidianas de las personas sobre el medio ambiente (United Nations Environment Programme, 2024). Su persistencia en el entorno, debido a que su descomposición puede tardar cientos de años, es la que genera graves consecuencias ambientales (WWF, 2021). La producción de residuos se vincula al cambio climático y la contaminación (United Nations Environment Programme, 2024). Por esto, el impacto ambiental que han generado los residuos se posiciona como una de las problemáticas más urgentes a nivel mundial. Esto lleva a la necesidad de comprender las consecuencias económicas y sociales de estos materiales, especialmente a través del análisis de sus costos sociales.

Los desafíos en la gestión de residuos van más allá de los efectos negativos en lo ambiental, social y económico (WWF, 2021). A pesar de su uso generalizado, el costo de los residuos no refleja adecuadamente los efectos negativos o las externalidades que produce, como la contaminación y el daño al ecosistema. La externalidad se manifiesta cuando una persona o empresa realiza una acción que impacta a otra sin que esta última reciba una compensación o tenga que pagar por ello (Stiglitz, 2003). Las externalidades generadas, no están adecuadamente reflejadas en su precio de mercado, lo que ha provocado desequilibrios en los costos asumidos por la sociedad y el medio ambiente (WWF, 2021). Esta discrepancia ha resultado en importantes costos externos para los países, mientras que, afecta diversos sectores económicos y sociales (WWF, 2021). Cuando las externalidades no se gestionan, se produce un desequilibrio social en el que algunos actores obtienen beneficios a expensas del medio ambiente, mientras otros se ven perjudicados (Delacámara, 2008). Uno de los actores más importantes en este marco son las empresas, que desempeñan un rol significativo en la generación de residuos.

Las empresas son responsables de una elevada cantidad generada de desechos industriales, los cuales representan a nivel mundial una parte significativa de residuos sólidos (World Bank, 2018). Actualmente, se estima que la producción mundial de estos residuos asciende a 2.01 mil millones de toneladas anuales, y se prevé que este volumen aumente a 3.40 mil millones de toneladas para 2050, impulsado principalmente por sectores como la construcción, la minería y la manufactura (World Bank, 2018). El aumento en la generación de residuos industriales representa un desafío significativo para su gestión eficiente y sostenible. Las empresas han implementado diversas estrategias enfocadas en tratar adecuadamente los desechos antes de su disposición o almacenamiento, además de adoptar medidas preventivas para reducir la generación de residuos desde su origen con enfoques correctivos, esenciales para optimizar los procesos productivos y disminuir los impactos ambientales asociados (Mohamed, 2015).

El modelo actual, es un modelo lineal tradicional de producción y consumo que se caracteriza por el enfoque de extraer, producir y desechar (Gaviria, 2023), en donde los recursos naturales se explotan de manera continua y los productos se descartan como desechos luego de que se utilizan. Los efectos negativos están presentes en la generación de residuos y el agotamiento de recursos, que conducen a una constante presión sobre el medio ambiente (Muller & Fontrodona, 2021). El modelo alternativo que surge en respuesta a este problema y que ayuda a encontrar un equilibrio entre la preservación del ambiente y el crecimiento económico es la economía circular (Gaviria, 2023). La economía circular busca alargar el ciclo de vida de los residuos y plantea transformar la manera en que los productos son consumidos para reducir la explotación de recursos naturales (Muller & Fontrodona, 2021). El objetivo de este enfoque es maximizar los recursos que están disponibles y minimizar el desperdicio (Gaviria, 2023). De este modo, la economía circular representa una solución integral frente a los desafíos del modelo lineal tradicional.

La economía circular se basa principalmente en la reutilización, el reciclaje y la regeneración de materiales (Gaviria, 2023). Dentro de estas estrategias, la reutilización de productos destaca como una de las más eficientes para reducir los impactos ambientales negativos, donde el papel de las empresas es fundamental (Muller & Fontrodona, 2021). Al reutilizar los productos, se puede minimizar la generación de residuos y reducir

la demanda de nuevos recursos (Muller & Fontrodona, 2021). De esta forma, no solo existe una mejor gestión de los recursos, sino que también se plantea un nuevo paradigma económico en el que los residuos dejan de ser un problema y se convierten en una oportunidad para contribuir a la sostenibilidad ambiental.

Las investigaciones empíricas ya han abordado diversos aspectos de la gestión de residuos y la economía circular al analizar el perfil económico de las empresas que adoptan prácticas sostenibles y la reutilización de estos residuos. El estudio de Castelos (2020) analiza la estrategia adoptada por la Unión Europea en 2020, centrada en la economía circular. Esta estrategia se enfoca en la sostenibilidad y en la eficiencia bajo el principio de hacer más con menos, buscando sustituir el modelo lineal de producción por uno que priorice la reutilización de residuos y la reducción en el uso de materiales. Garabiza et al., (2021) analizan la economía circular en tres empresas ecuatorianas. Y, a pesar de que lo hacen voluntariamente, estas empresas reciclan materiales y reducen emisiones lo que impulsa paulatinamente el cuidado ambiental, aunque la falta de políticas y tecnología limita su adopción. La evidencia empírica menciona que el éxito de las empresas en soluciones ambientales depende de equipos especializados en actividades ambientales y estrategias que promuevan innovación y sensibilización sobre sostenibilidad (Farooq et al., 2022). Por otro lado, la inversión en protección ambiental es fundamental para equilibrar beneficios empresariales y sostenibilidad para promover procesos eficientes (Sun et al., 2024). Estas prácticas están vinculadas con la capacidad de una empresa para reutilizar los residuos que produce y con los factores económicos que influyen en la magnitud de la implementación de la economía circular en sus procesos productivos. Por esta razón, la selección de variables y la metodología empleada en esta investigación podrán ser fundamentales para determinar la probabilidad de reutilización de residuos.

No obstante, es importante abordar esta problemática dentro de un marco más amplio, como el del cambio climático, que se ve agravado por los efectos de la producción y el manejo de residuos. El cambio climático es un fenómeno global que ha sido exacerbado por actividades humanas, incluida la producción y manejo de residuos (Gómez, 2020). Este fenómeno, definido por las Naciones Unidas (1992) como las alteraciones en el clima causadas por la modificación de la atmósfera global, ha sido agravado por la acumulación de desechos que contribuyen al aumento de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) (Gutiérrez, 2013). Los GEI absorben y emiten radiación infrarroja en la atmósfera que influye en el balance energético del planeta, que pueden ser naturales o producidos por el ser humano (Benavides & León, 2007). Algunos residuos, al tener un proceso de lenta degradación y al demandar energía intensiva para su producción, generan grandes cantidades de GEI, como el dióxido de carbono (CO₂) (Pérez et al., 2024). Las elevadas emisiones de CO₂ generan impactos ambientales significativos y costos crecientes, lo que resalta la necesidad de que industrias implementen criterios de eficiencia para reducir dichas emisiones y mitigar el cambio climático (Pérez et al., 2024). Por otro lado, el aumento y el manejo inapropiado de los residuos sólidos ha sobrecargado los sistemas de recolección y disposición de basura que contribuye a un deterioro acelerado del suelo (Arbulú, 2014). Todos estos problemas han afectado gravemente los ciclos climáticos y han intensificado la crisis ambiental.

Frente a esto, es esencial la intervención gubernamental. Según Delacámara (2008) la intervención del gobierno se vuelve crucial para corregir las fallas del mercado y promover una adecuada gestión de los residuos. Sin una adecuada acción pública, la gestión ineficiente de residuos continuará el incremento de los impactos ecológicos, sociales y económicos que enfrentan los países (WWF, 2021). La exclusión de los costos ambientales y sociales en las decisiones económicas privadas ha generado efectos negativos que requieren medidas correctivas por parte del Estado, por lo que las políticas públicas deben enfocarse en promover la internalización de estos costos reales asociados al consumo y producción, para restaurar los equilibrios perdidos y mitigar los efectos negativos sobre el bienestar social y el medio ambiente (Delacámara, 2008). Para abordar estas fallas de mercado es necesario que las políticas públicas también impulsen modelos económicos más sostenibles, como la economía circular, que representan una oportunidad clave para países como Ecuador.

La adopción de leyes que impulsen modelos circulares, tales como incentivos para empresas que implementen prácticas sostenibles y la promoción de tecnologías avanzadas de reciclaje y compostaje, podría traer grandes beneficios para Ecuador (Fundación Naturalia, 2024). Una prioridad para el gobierno ecuatoriano debería ser evitar el actual modelo económico lineal y encaminar al país a la transición de un modelo de economía circular, (Arroyo et al., 2018). En 2022, la cantidad de residuos sólidos no peligrosos generada en Ecuador fue de

aproximadamente 5 millones de toneladas (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición, 2023). La mayoría de las empresas nacionales y extranjeras que operan en el país continúan con este modelo lineal, solamente un 2% de las empresas ecuatorianas han implementado sistemas de gestión ambiental y aproximadamente el 80% de las estas no realizan inversiones en protección ambiental ni en la reducción de su impacto ecológico, por esta razón el cambio de modelo debe ser prioritario (Arroyo et al., 2018).

La presente investigación pretende **explorar los factores que influyen en la probabilidad de que las empresas ecuatorianas reutilicen los residuos que generan durante el año 2022**. La información utilizada se basa en el año 2022, dado que la base de datos correspondiente a dicho año es la más reciente y así, se garantiza que los análisis y conclusiones se fundamenten en datos actualizados. En la sección metodológica, se utiliza la investigación cuantitativa basada en técnicas econométricas para analizar los determinantes que influyen en la reutilización.

El artículo estará estructurado en cinco secciones. En la primera sección, se realiza una revisión teórica sobre los conceptos de las externalidades ambientales, la economía circular, la economía ambiental, el cambio climático y la gestión de los residuos. En la sección número dos, se efectúa una revisión de literatura sobre investigaciones empíricas previas de temas similares. En la tercera sección, se realiza la exploración del modelo Logit aplicado. En la sección número cuatro, se exponen los resultados que se obtuvieron. Y en la última y quinta sección, a partir de los resultados obtenidos se describe las respectivas conclusiones.

Referentes teóricos

Fundamentos de la economía neoclásica y externalidades

La economía neoclásica proporciona una base teórica sólida para entender las fallas de mercado, entre ellas las externalidades. Una externalidad negativa o costo externo, se manifiesta cuando la actividad de un agente económico genera una pérdida de bienestar para otro agente sin que este último reciba una compensación por el perjuicio sufrido (Delacámara, 2008). Los mercados con externalidades tienden a asignar los recursos de manera ineficiente, lo cual afecta tanto los niveles de producción como los gastos destinados a controlar estos efectos (Stiglitz, 2003). La evaluación de los costos externos asociados a diversas actividades económicas, tales como la industria, la provisión de servicios, la agricultura y el transporte, resulta fundamental (Delacámara, 2008). Los niveles de producción en mercados con externalidades tienden a ser excesivos debido a la falta de mecanismos que consideren los efectos indirectos de estas actividades (Stiglitz, 2003). Por lo que el mercado, de manera general, tiende a fallar al generar un exceso de actividad en aquellos sectores donde prevalecen externalidades negativas (Delacámara, 2008).

Dos economistas destacados de la escuela neoclásica, Pigou (1920) y Coase (1960), desarrollaron teorías sobre la internalización de las externalidades. Arthur Pigou sostiene que los mercados fallan cuando los costos sociales no son internalizados por los agentes privados, especialmente en el caso de externalidades negativas como la contaminación (Man, 2010). Pigou no reconoce el carácter recíproco del daño al percibir solo a una parte como responsable y a la otra como víctima sin requerir que esta última intervenga en la mitigación del daño generado (Vázquez, 2014). Para corregir este fallo, Pigou propone la intervención del Estado mediante la imposición de un impuesto que refleje el costo social de la externalidad (Man, 2010). El Estado puede internalizar las externalidades al aplicar impuestos a actividades con efectos negativos y al otorgar subsidios a las que generan beneficios sociales, conocidos como impuestos pigouvianos, que buscan corregir los impactos negativos (Vázquez, 2014). Este enfoque, conocido como el principio del contaminador-pagador, busca que las empresas asuman los costos ambientales, lo que aumentaría los precios y reduciría la producción contaminante para ajustar así el equilibrio del mercado (Man, 2010). Ronald Coase, por otro lado, argumenta que las externalidades pueden ser resueltas mediante negociaciones privadas entre las partes siempre que los derechos de propiedad, derechos para usar y disponer de bienes, estén claramente definidos (Man, 2010). Coase explora aquellos escenarios en los que las acciones de un agente económico, ya sea una persona o una entidad gubernamental, interfieren de manera indebida en los derechos de propiedad de otro (Vázquez, 2014). El ejercicio de un derecho implica tanto beneficios como costos, ya que uno de los involucrados renuncia a algo,

como el acceso a un recurso o la posibilidad de una actividad (Vázquez, 2014). Coase propone que la intervención estatal se limite a garantizar la claridad en los derechos de propiedad y se permita que las partes involucradas negocien de forma directa para resolver las externalidades de manera eficiente (Man, 2010).

Enfoques y principios de la economía ambiental

La economía del ambiente se consolidó en la década de los setenta inicialmente como disciplina y como reacción de los economistas neoclásicos a las problemáticas ambientales que surgen (Man, 2010). La economía ambiental se basa en las ciencias naturales para obtener el conocimiento necesario y aplicarlo a los problemas ambientales más relevantes que enfrenta el planeta tierra, donde se usa herramientas tradicionales del análisis económico para examinar y proponer soluciones a estos desafíos ambientales (Azqueta, 2002). La teoría neoclásica es parte de los principios fundamentales de esta economía, que está relacionada con la valoración de los bienes de acuerdo con su escasez o abundancia (Man, 2010). Por ejemplo, el medio ambiente ha sido catalogado como un bien económico por el aumento de su escasez al estar relacionado con la explotación de los recursos naturales, como pueden ser el agua y las fuentes de energía no renovables, cuyo agotamiento se percibe como un gran desafío para la humanidad (Man, 2010). Estos recursos poseen características de los bienes no económicos, que también son insumos esenciales para la producción de bienes, ya que carecen de un precio y de propiedad definida, lo que los excluye del mercado (Man, 2010).

La economía ambiental sugiere asignar un valor monetario a las externalidades para integrarlas al mercado, lo que implicaría que el medio ambiente pase a ser tratado como un bien económico con precio y derechos de propiedad asignados (Man, 2010). Sin embargo, Delacámara (2008) menciona que muchas de las veces no se garantiza una eliminación completa de la externalidad al compensar el impacto ambiental generado, debido a que puede seguir presente si es que no se destinan esfuerzos a revertir o mitigar el deterioro ambiental producido y a restaurar las condiciones originales del entorno afectado (Delacámara, 2008). Es importante recordar que las externalidades reflejan que las decisiones que tome la sociedad están relacionadas a una combinación de daños y beneficios, por el motivo de estar vinculadas a la provisión de bienes y servicios (Delacámara, 2008). La eficiencia económica también puede verse afectada por la diferencia presente entre los costos sociales y los costos privados (Terceiro, 2008). Esto resalta la importancia de implementar estrategias efectivas para mitigar los efectos e internalizar los costos de las externalidades, como las de Pigou y Coase.

Economía del cambio climático y gases de efecto invernadero

De todas las externalidades ambientales, una de las más graves y abrumadoras a nivel global es el cambio climático. En 1992, el mundo decidió empezar a tomar acciones en la convención sobre el cambio climático de las Naciones Unidas donde se definió a este término como las alteraciones en el clima atribuibles, directa o indirectamente, a las actividades humanas que modifican la composición de la atmósfera global y que se suman a la variabilidad natural del clima observada a lo largo de períodos de tiempo comparables (Naciones Unidas, 1992, pág. 3). De igual manera se definieron los GEI como gases presentes en la atmósfera, ya sean de origen natural o generados por actividades humanas, que tienen la capacidad de absorber y remitir radiación infrarroja (Naciones Unidas, 1992, pág. 4).

Estas han sido las definiciones en las que han acordado los 197 países que ratificaron la convención. De todas maneras, es importante destacar otras definiciones por parte de diferentes organismos referentes en el sector medio ambiental. Según Greenpeace (2024), el cambio climático se refiere a modificaciones en la temperatura y otras variables climáticas que, debido a actividades humanas, suceden con una intensidad y velocidad nunca antes vista en la historia de la humanidad (Greenpeace, 2024). Por otro lado, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (2024) plantea un significado de GEI mucho más fácil de comprender al definirlos como gases que retienen el calor en la atmósfera. De igual manera, determina al dióxido de carbono, metano, óxido nitroso y los gases fluorados como ejemplos de GEI (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2024). De este modo, se define al cambio climático como una consecuencia de la actividad humana que ha generado un incremento de GEI que modifican la temperatura del ambiente. En los últimos años, ha aumentado significativamente el interés en el análisis de los efectos que las actividades humanas ejercen sobre el cambio climático (Terceiro, 2008). Desde la perspectiva neoclásica, el cambio climático genera

externalidades negativas al medio ambiente, especialmente por las externalidades derivadas de los GEI que no son internalizadas por los agentes económicos, por esto se considera como una presente falla de mercado (Terceiro, 2008).

La economía del cambio climático plantea un desafío significativo a nivel global debido a sus profundos efectos económicos y sociales (Galindo & Samaniego, 2008). Este fenómeno no se limita al incremento de las temperaturas globales, sino que también conlleva una transformación de las condiciones bajo las cuales tanto los seres humanos como los ecosistemas han coexistido durante siglos (Terceiro, 2008). Los costos que se encuentran asociados a la mitigación y la adaptación son elevados y varían de diferente manera, estos repercuten en la capacidad económica y en la adaptación de las personas más vulnerables a impactos asociados al incremento de la desertificación, la reducción de rendimiento en el área agrícola, la pérdida de biodiversidad, entre otros más (Galindo & Samaniego, 2008).

Por otro lado, es importante mencionar que la ineficiencia del mercado también está relacionada con la falta de los derechos de propiedad sobre la atmósfera y otros recursos naturales (Terceiro, 2008). La atmósfera es considerada como un recurso común de uso compartido, por esta razón es sobreexplotada y no existe una conciencia o incentivos para que agentes económicos limiten la contaminación ambiental (Terceiro, 2008). Este fenómeno sucede cuando cada agente quiere maximizar el beneficio personal y empresarial pero no toma en cuenta el impacto social que puede desencadenar, o mejor conocido como la tragedia de los comunes (Terceiro, 2008). Cuando existe un uso inadecuado que produce el deterioro de estos recursos, producto de la delimitada asignación de los derechos de propiedad, surgen las externalidades ambientales que evidencia la carencia de un marco institucional que compense los efectos asociados al cambio climático, y a su vez, disminuye los incentivos que pueden tener los individuos y las empresas para optimizar el uso de los recursos, lo cual hace más difícil la consecución de un equilibrio eficiente en su gestión (Vázquez, 2014).

Desde la perspectiva económica, el cambio climático representa un desafío complejo que requiere soluciones multifacéticas. Una empresa privada orienta sus esfuerzos hacia la minimización de costos, con el fin de maximizar la rentabilidad y alcanzar el mayor beneficio posible (Vázquez, 2014). El análisis costo-beneficio permite contrastar los costos de tomar las medidas de mitigación con los futuros beneficios de evitar causar daños más graves, por eso es una herramienta esencial en la formulación de políticas para enfrentar el cambio climático (Terceiro, 2008). De acuerdo con esto, se plantean dos escenarios: adoptar medidas de mitigación a corto plazo, que pueden implicar sacrificios actuales para evitar costos mucho mayores en el futuro; o bien no tomar acción, lo que conllevaría a pérdidas significativas de bienestar a largo plazo (Terceiro, 2008). Este análisis respalda la intervención temprana contra el cambio climático.

Principios y estrategias de la economía circular

La economía circular representa un modelo innovador que busca transformar la estructura tradicional de producción y consumo, caracterizada por un esquema lineal en el cual los recursos se extraen, se emplean en la fabricación de productos y, posteriormente, se desechan como residuos no aprovechables (Marcet et al., 2018). Este enfoque plantea la sustitución de dicha linealidad por un sistema que contemple los ciclos naturales, lo que reintegrará materiales y productos a la cadena de valor una vez finalizada su vida útil (Marcet et al., 2018). Al darle una definición a la economía circular, Marcet et al., (2018) la describen como la regeneración basada en el diseño de productos y procesos que deben considerar la extensión de su ciclo de vida, su eficiente reintegración al sistema y la minimización de la pérdida de valor.

La economía circular se fundamenta en tres principios clave: la reducción de residuos y la contaminación mediante un diseño de productos más sostenible; la prolongación del uso de los recursos y productos a lo largo del tiempo; y la regeneración y conservación de los sistemas naturales (Payne et al., 2019). Por ende, se fundamenta en la recuperación, reutilización y un nuevo diseño para los procesos y productos para maximizar el valor que tienen los materiales al ser reintegrados en la cadena productiva (Marcet et al., 2018). Pero esta economía no solo se centra en reducir la generación de residuos, sino que también promueve un rediseño industrial bajo un enfoque que priorice la sostenibilidad y la reducción de la huella ambiental (Marcet et al., 2018). La implementación de este enfoque no solo mejoraría el desempeño socioeconómico a lo largo de toda

la cadena de suministro, sino que también permitiría reducir de manera considerable los residuos y, por ende, su impacto ambiental (Payne et al., 2019). El diseño de productos, además, desempeña un papel fundamental al integrar calidad, sostenibilidad y durabilidad dentro de este modelo (Muller & Fontrodona, 2021). Las decisiones tomadas durante la etapa de diseño, que abarcan desde la reducción de la huella de carbono hasta la facilidad para desensamblar el producto, influyen directamente en su impacto ambiental y su potencial futuro. Un enfoque de diseño orientado a la circularidad debe considerar tres aspectos esenciales: la extensión de la vida útil del producto, la reutilización de sus materiales y componentes, y la eficiencia energética en su fabricación y uso, los cuales constituyen pilares para construir un nuevo modelo industrial (Muller & Fontrodona, 2021).

Los principios de la economía circular se presentan como una oportunidad para que las empresas adopten un nuevo modelo económico y de producción (Payne et al., 2019). Las decisiones que se tomen a nivel individual y empresarial deben tener una interdependencia que se asocie con la sostenibilidad (Marcet et al., 2018). Cuando una empresa adopta un modelo de economía circular tiene múltiples ventajas, como mejorar su eficiencia al reducir sus costos mediante la reutilización de materiales de su proceso productivo, lo que reduce la dependencia de nuevas materias; abrirse a nuevas oportunidades de negocio al fomentar la innovación productiva y al buscar alternativas en la forma de consumir; incrementar su competitividad en el mercado ya que cada vez son más valoradas las prácticas sostenibles para consumidores e inversores (Piloto, 2024). Como se puede apreciar, las empresas pueden contribuir a mitigar el cambio climático y a mejorar la reputación de sus marcas al largo plazo lo que creará entornos de trabajo más conscientes de los impactos ambientales (Piloto, 2024). No obstante, estas acciones deben incentivar de manera efectiva la implementación de la circularidad tanto a nivel nacional como global con la implementación de un marco legal (Marcet et al., 2018).

En febrero de 2019, la Comisión Europea (CE) estableció un grupo de expertos para desarrollar una taxonomía unificada que identifique las actividades que fomentan el modelo de economía circular. El grupo de expertos definió estrategias clave para las empresas, conocidas como las 9R de la economía circular, que representan un conjunto integral de acciones necesarias para implementar este modelo, las cuales son reciclar, restaurar, redefinir, refabricar, reparar, repensar, reducir, rechazar y por último, reutilizar (Muller & Fontrodona, 2021). El propósito de estas estrategias es evitar que los productos, componentes o materiales se conviertan en residuos de manera prematura, lo que promueve su uso prolongado y la maximización de su valor. Aunque estas acciones puedan parecer independientes, su implementación conjunta en diferentes sectores e industrias tiene el potencial de crear ecosistemas circulares que sustenten el nuevo modelo económico (Muller & Fontrodona, 2021).

Reutilizar consiste en asignar un nuevo propósito a un producto que mantiene su funcionalidad original y se encuentra en buenas condiciones, sin ser considerado un residuo (Comisión Europea, 2020). Según Walter Stahel, uno de los impulsores de la economía circular, fomentar la reutilización representa una de las estrategias más efectivas de este modelo económico (Comisión Europea, 2014). Esta práctica resulta especialmente favorable en comparación con el reciclaje, el cual, aunque es ampliamente valorado, es menos sostenible y rentable (Comisión Europea, 2014). Las posibilidades de esta estrategia son variadas, por ejemplo, los mercados de segunda mano y outlets han cumplido esta función, y la masificación de la telefonía móvil en áreas urbanas ha revolucionado y fortalecido su alcance (Muller & Fontrodona, 2021). Estas soluciones, aplicadas frecuentemente a productos como envases, permiten mantener los bienes en circulación y favorecen tanto a los consumidores como a las empresas al integrarlos en dinámicas circulares sin necesidad de grandes esfuerzos (Muller & Fontrodona, 2021).

Economía circular en la gestión de residuos

El proceso de generación de beneficios y de riqueza de los países está asociado con un incremento en las tasas demográficas y en la industrialización (Romero, 2024). Fenómenos como el de la urbanización transforman los patrones de vivienda, y el alto consumo demanda una mayor producción y comercialización de bienes que resulta en un incremento en la generación de residuos por persona (Romero, 2024). Según el INEC (2022), los residuos no peligrosos se refieren a elementos o materiales sólidos derivados del consumo o uso de bienes del sector industrial, comercial, de servicios, domésticos, entre otros, que carecen de valor para el

individuo que lo genera, pero pueden ser aprovechados en la creación de nuevos bienes con valor económico agregado. Aunque no contienen cantidades significativas de sustancias con propiedades tóxicas, radioactivas o inflamables que impliquen un riesgo inmediato para la salud o para los ecosistemas, pueden causar con el tiempo enfermedades infecciosas para las personas o a su vez, ser principales fuentes de contaminación para los recursos naturales, y contaminación tanto visual como olfativa (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022, pág. 26).

El informe del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) (2024) anticipa que la generación de residuos sólidos, que fue de 2.100 millones de toneladas en 2023, podría incrementarse a 3.800 millones de toneladas para el año 2050 (United Nations Environment Programme, 2024). Este aumento de residuos conlleva externalidades donde sus costos sociales deben ser considerados. Por ejemplo, en 2020 se calculó que el costo global directo asociado al manejo de residuos llegó a ser de 252.000 millones de dólares, pero al incluir los costos indirectos resultantes de prácticas inadecuadas de eliminación de residuos que se relacionan con el cambio climático, la contaminación y los efectos sobre la salud, el número se incrementa a 361.000 millones de dólares (United Nations Environment Programme, 2024). De no adoptar medidas urgentes, en materia de política pública o costumbres sociales, se estima que para el año 2050 este costo anual podría alcanzar hasta los 640.300 millones de dólares (United Nations Environment Programme, 2024).

Existen tres principales métodos para la eliminación de residuos: vertederos, incineración y compostaje, cada uno con ventajas y desventajas. Los vertederos, utilizados tradicionalmente, son áreas designadas donde se depositan los residuos sólidos para compactarlos, reducir su volumen y posteriormente cubrirlos con varias capas de tierra (Torri, 2017), esto con el fin de disminuir la probabilidad de proliferar plagas y generar malos olores. En el caso de residuos plásticos, por ejemplo, cuando no se gestionan bien, los vertederos llegan a acumular aproximadamente el 60% de los plásticos producidos, lo que genera riesgos a largo plazo como la contaminación del suelo y aguas subterráneas debido a la liberación de sustancias tóxicas (Payne et al., 2019). La incineración es un proceso térmico que implica la quema a altas temperaturas, que ayuda a disminuir el peso y el volumen de los residuos tratados, y a aprovechar su energía en algunos casos (Salvador, 2004). Aunque reduce la dependencia de vertederos y permite la recuperación de energía, puede liberar contaminantes y emisiones si no es controlado de forma adecuada. (Payne et al., 2019). Por otro lado, el compostaje es un proceso natural realizado en condiciones controladas de humedad, temperatura y aireación para acelerar la descomposición de residuos, en su mayoría orgánicos, que pueden ser utilizados como fertilizantes para la agricultura y jardinería (Ruiz, 2024). Es adecuado también para productos biodegradables, pero su implementación a gran escala es limitada debido a las condiciones estrictas necesarias y el riesgo de contaminación por residuos no compostables (Payne et al., 2019).

De acuerdo con la economía circular, diversos países ya han implementado medidas en torno a esta problemática, cuyo impacto se refleja en distintas regiones. Los avances en políticas y normativas evidencian el compromiso de los países en esta área, por ejemplo, las leyes que tengan que ver con la responsabilidad del productor para pilas, baterías, envases y neumáticos; las iniciativas enfocadas en el aprovechamiento energético por la reducción de residuos; o la evaluación de reciclaje de residuos para beneficios económicos (CEPAL N, 2021). Sin embargo, es importante identificar los sectores prioritarios para desarrollar estrategias de crecimiento sostenible adecuadas a su contexto, además requiere que todos los actores involucrados estén en constante acción, requiere una mejora en la calidad de la información disponible y una visión integral que impulse cambios en las políticas públicas, la gestión de recursos, las inversiones y los mecanismos de financiamiento a lo largo de todo el ciclo de vida de los productos (CEPAL N, 2021). El control de los residuos, mediante estrategias de prevención y gestión adecuadas, podría reducir los costos anuales netos a 270.200 millones de dólares para 2050, y con la implementación de un modelo de economía circular las proyecciones indican que se podría generar una ganancia neta anual de 108.500 millones de dólares, esto podría lograrse a través de una gestión integral de residuos (United Nations Environment Programme, 2024).

En el lado microeconómico, es crucial el papel estratégico que desempeñan las empresas en la preservación ambiental y en la gestión eficaz de residuos (Albitar et al., 2024). Una eficiente gestión de estos residuos puede mitigar significativamente las pérdidas económicas que pueden asumir las empresas y contribuir de manera

crucial a la sostenibilidad ambiental (Verhoef et al., 2006). Para lograrlo, es esencial la transición hacia un nuevo modelo económico, ya que se fomenta un mejor uso de los recursos para aprovechar los materiales desechados como valiosos insumos que generan beneficios ambientales, económicos y sociales, aparte de incentivar e invertir en desarrollo tecnológico que reduzca los costos de minimización de residuos (Gull et al., 2022). Por el lado macroeconómico, los países deben reorientar sus estrategias y políticas nacionales, lo que tendría que enfocarse en alianzas internacionales y en atraer desarrollo tecnológico avanzado (Albitar et al., 2024). Esto permitirá un incremento en la productividad del capital humano y natural, y la consolidación de modelos sostenibles basados en la economía circular (Albitar et al., 2024).

La teoría que se ha desarrollado facilita una base para comprender los fundamentos de la economía neoclásica, la economía ambiental y la economía circular en torno a una adecuada gestión de los residuos. A partir del análisis de los desafíos ambientales y económicos asociados a estos temas y de la fundamentación conceptual, se establece el análisis empírico en base a los principios y enfoques teóricos, que permiten identificar y justificar las variables definidas en la sección metodológica que lleva a cabo un análisis cuantitativo para el estudio de la reutilización en el contexto empresarial y los factores económicos y ambientales influyentes.

Referentes empíricos

Economía circular como estrategia de mitigación al cambio climático

La economía circular surge como una respuesta para sustituir los sistemas lineales de producción y consumo que han contribuido significativamente a la crisis climática, por uno que contemple los ciclos naturales y la reintegración de materiales a la cadena de valor (Marcet et al., 2018). La cantidad promedio de residuos generados muestra una notable variación entre países que oscila entre 0,11 kilogramo y 4,54 kilogramos per cápita por día (CEPAL N, 2021). Generalmente, en los países de ingresos altos hay una mayor proporción de envases y productos de un solo uso (Romero, 2024). Estos, registran los niveles más altos de generación de residuos; por ejemplo, Canadá y Estados Unidos tienen promedios cercanos a 2,2 kilogramos per cápita diarios (CEPAL N, 2021). No obstante, en Norteamérica prevalece el uso de vertederos sanitarios, mientras que Europa Occidental se distingue por sus elevadas tasas de reciclaje y generación de energía a partir de residuos (Romero, 2024). En contraste con los países de ingresos bajos, donde predominan los residuos orgánicos, una parte significativa de los residuos no se gestiona de manera controlada, lo que implica vertidos o incineraciones al aire libre sin tratamiento adecuado (Romero, 2024). Sin embargo, en regiones como África Subsahariana y Asia Meridional registran menores tasas de generación, el África Subsahariana tiene 0,46 kilogramos diarios y Asia Meridional tiene 0,52 kilogramos diarios (CEPAL N, 2021). Además de las distintas variaciones en la generación y gestión de residuos a nivel global, es fundamental analizar cómo estos desafíos ambientales interactúan con las estructuras económicas de distintas regiones.

Para explorar los rasgos distintivos en la estructura económica con un enfoque ambiental de las empresas, los autores Fuentes et al., (2017) examinan el impacto del cambio climático en la economía de Baja California con el objetivo de evaluar el daño sobre sectores clave de la región, lo que evidencia que los efectos totales superan considerablemente los impactos directos. Allí se destaca la importancia de considerar a los sectores económicos en los problemas ambientales existentes para comprender de una forma más adecuada los efectos del cambio climático (Fuentes et al., 2017). Por otro lado, para descubrir las posibles condiciones económicas y ambientales que definen a las empresas comprometidas con la sostenibilidad, el estudio de Matos et al., (2024) identifica un conjunto de 18 indicadores para medir la adopción de prácticas circulares en el sector de empaques plásticos, de los cuales 12 se consideran de especial relevancia. Los indicadores destacados, como la viabilidad del reciclaje, el potencial de reutilización, el grado de circularidad y la eficiencia de la utilización de recursos, permiten a las empresas evaluar y mejorar la sostenibilidad de sus procesos productivos (Matos et al., 2024). Esto ayuda a sustituir el modelo lineal tradicional de producción basado en la producción de grandes cantidades por un modelo que impulse tecnologías que maximicen la reutilización de residuos y minimicen el uso de materiales (Castelos, 2020). Sin embargo, retos como la corta vida útil de los empaques plásticos, la

diversidad de polímeros, la contaminación de residuos y la falta de sistemas accesibles para reciclar dificultan el avance (Matos et al., 2024).

Existen varios ejemplos de estrategias basadas en los fundamentos de la economía circular que incentivan a prolongar el ciclo de vida útil de los productos desde su uso inicial hasta el momento en el que se le pueda dar una utilidad (Castelos, 2020). En Ecuador, por ejemplo, se realizó un estudio para analizar la implementación de economía circular en tres empresas seleccionadas: Holcim Ecuador procesa residuos como llantas usadas, lo que disminuye parte del consumo de combustibles fósiles y se los usa en más de 750 viviendas con cero desperdicios; Ecocaucho S.A. produce diversos productos a partir de caucho reciclado, así, se alcanzó un total de 329.117 neumáticos reciclados; y Arca Continental Ecuador ha implementado programas como Quito a Reciclar, que recupera el 79% de las botellas post consumo y utiliza un 25% de material reciclado (Garabiza et al., 2021). Otro ejemplo son las estrategias que optó la Unión Europea en el 2020, específicamente una que se basa en el principio de hacer más con menos que se centra en la sostenibilidad y la eficiencia, y a pesar de que existen las 9R en la economía circular, la Unión Europea se centró en 4R: reutilizar, reducir, reciclar y recuperar. La reutilización alarga la vida útil de productos que pueden destinarse a otros usos; reducir, implica racionalizar el consumo, como optar por carritos de compra reutilizables en lugar de bolsas desechables y el reciclaje, clave en esta estrategia, transforma residuos en nuevos productos mediante la recolección selectiva de materiales como vidrio o papel (Castelos, 2020). Cuando no es posible reducir, reutilizar o reciclar, la economía circular propone recuperar materiales a través de procesos industriales como la pirolisis, que convierte los residuos en nuevas materias primas (Castelos, 2020).

El diseño circular ofrece soluciones clave para reducir residuos y optimizar los procesos, aun así, existen barreras tecnológicas y de mercado, como la dificultad en la separación de polímeros y los altos costos de reciclaje, hacen que el uso de materiales vírgenes sea más competitivo (Matos et al., 2024). Es necesario considerar la economía regional debido a que hay sectores más vulnerables como el de la energía, el turismo y la agricultura (Fuentes et al., 2017). Además, la falta de políticas públicas sólidas aún limita la adopción generalizada de este modelo, lo que dificulta la transición hacia una economía circular (Garabiza et al., 2021). En la Unión Europea las normativas establecen restricciones a ciertos productos desechables para los que existen alternativas sostenibles, así se promueve una armonización en el mercado europeo, y aunque las políticas ambientales no son perfectas, han logrado grandes avances en la protección del ambiente, ahora el próximo reto radica en que los Estados miembros implementen esta normativa en sus legislaciones nacionales, así se garantiza su efectividad en todo el bloque comunitario (Castelos, 2020). Sin embargo, en el caso de las empresas ecuatorianas, han asumido voluntariamente el modelo de economía circular a falta de exigencias normativas (Garabiza et al., 2021). Al considerar que el cambio climático puede incidir directa e indirectamente en las actividades que llegan a mecanismos como el uso del suelo, la pérdida de capacidad productiva y la demanda de insumos y servicios, existe la urgencia de evaluar los impactos y los efectos a largo plazo para la formulación de políticas que incluyan adaptación y mitigación más efectivas (Fuentes et al., 2017).

Casos de economía circular aplicados a empresas y países

Eficiencia empresarial a través de la inversión en tecnologías ambientales

Adoptar dentro de los sistemas productivos empresariales un modelo de economía circular permite abordar problemas ambientales y generar beneficios económicos sostenibles. Por ejemplo, Manzur et al., (2008) mencionan que la inversión en el manejo sostenible de recursos y la biodiversidad favorece la conservación ambiental, además de promover beneficios económicos a largo plazo. Las empresas pueden llevar una gran ventaja y disminuir su dependencia de materiales no renovables al invertir en una eficiente gestión de los recursos naturales y adoptar adecuadas prácticas como las de la economía circular, lo que favorece la reducción de residuos generados y el uso de materiales reciclables o biodegradables que no afectan al medio ambiente (Manzur et al., 2008). De esta manera, las empresas pueden verse beneficiadas al reducir sus costos operativos a largo plazo y su impacto ambiental generado que promueve un modelo más sostenible y rentable (Manzur et al., 2008).

Un estudio de Sun et al., (2024) en empresas seleccionadas de China, señala que la inversión en acciones que protegen al medio ambiente tiene una influencia significativa en temas económicos y ambientales, por el hecho de que, se promueve la reducción de emisiones y un mejor uso de recursos que permite resaltar la importancia de que las empresas tengan características ambientales para impulsar su compromiso con la sostenibilidad. Según los autores Sun et al., (2024) invertir en los temas ambientales mejora el rendimiento financiero a largo plazo, estimula la adopción de medidas de producción más sostenibles y promueve la investigación en tecnologías verdes, con el objetivo de transitar a modelos de negocio económicos bajos en emisiones de carbono. Las empresas que invierten en protección ambiental no solo minimizan su impacto negativo en el entorno, sino que también mejoran su competitividad, particularmente a través de la innovación tecnológica, y si bien esta inversión conlleva costos iniciales, estos pueden ser compensados por aumentos en la competitividad y la productividad (Sun et al., 2024). Por último, los autores reconocen que las empresas son actores clave en la gobernanza ambiental, al ser las principales influyentes en emisiones contaminantes.

Por otra parte, para Chen et al., (2023) la inversión verde es un factor crucial para reducir el deterioro ambiental. En su estudio, emplean un modelo econométrico para analizar los determinantes de la huella ecológica en los países de la Iniciativa de la Franja y la Ruta. Los resultados muestran que en el país inversor y en los países vecinos, las inversiones en tecnologías sostenibles y energías renovables reducen significativamente la huella ecológica al fomentar procesos de producción más eficientes y sostenibles, reducir residuos y promover el uso de energía limpia (Chen et al., 2023). Por ello se considera la inclusión de la inversión en protección ambiental como variable en los estudios empresariales al evaluar el cómo las empresas pueden equilibrar la generación de riqueza y beneficios con su impacto al medio ambiente, lo que convierte a esta variable en un factor fundamental en la investigación sobre sostenibilidad y desempeño empresarial (Sun et al., 2024).

Para que las empresas puedan tener éxito con sus soluciones ambientales sostenibles, resulta crucial contar con equipos especializados en actividades ambientales (Farooq et al., 2022). Según de Jong & Mellquist (2021), equilibrar los aspectos técnicos de las operaciones con iniciativas de marketing ecológico e integrar un equipo dedicado a reducir la huella ecológica de una empresa, permite desarrollar proyectos enfocados en la sostenibilidad, este tipo de acciones clave mejoran la percepción pública y logran incentivar las prácticas sostenibles adoptadas por la empresa. Por esto, la existencia de un departamento empresarial que se dedique a garantizar la continuidad de las prácticas sostenibles y faciliten tanto la optimización como la eficiencia técnica al impacto ambiental de la organización, contribuyen positivamente a la sostenibilidad, al ambiente y la creación de valor económico verde (de Jong & Mellquist, 2021). El diseño de estrategias que promuevan tanto la innovación tecnológica como la concienciación de empleados y usuarios sobre prácticas sostenibles juegan un papel fundamental en que las empresas mejoren su eficiencia operativa (Farooq et al., 2022). El personal ambiental puede ayudar a disminuir la cantidad de residuos generados al promover prácticas más eficientes y sostenibles dentro de la empresa, como la reutilización de materiales o la optimización de los procesos de producción (de Jong & Mellquist, 2021).

Tamaño empresarial en la optimización de residuos

Un desafío importante por la contaminación ambiental y el deterioro de la salud que puede dejar en muchos países emergentes es la gestión de los residuos. Las empresas muestran varios desafíos institucionales y económicos para manejar estos desechos. Al analizar la estructura económica y el enfoque ambiental de las empresas se facilita una visión de los elementos que pueden promover la economía circular. Albitar et al., (2024) investigan la correlación entre la eco-innovación y la gestión de residuos en empresas de los países del G7 (Albitar et al., 2024). Los resultados del estudio reflejan que tiene un efecto significativo en la cantidad de residuos generados el tamaño de la empresa, así como en el reciclaje adoptado, lo que resalta la importancia de la dimensión empresarial en la sostenibilidad corporativa (Albitar et al., 2024). Otro estudio investiga el fomento del diseño ecológico en países de la Unión Europea y la relación que existe entre la reducción de envases y la responsabilidad extendida del productor (REP). Los resultados del estudio indican que las grandes empresas responden de manera más positiva a los incentivos proporcionados por la REP, lo que logra mayores tasas de reducción de residuos (Joltreau, 2022). Esto se debe, en parte, a la implementación de tecnologías de reciclaje a gran escala y a la optimización de sus cadenas de suministro, lo que refuerza su capacidad para

adaptarse a los requerimientos de sostenibilidad en la gestión de residuos (Joltreau, 2022). La investigación de Sundarakani & Younis (2019) examina en el sector manufacturero la relación entre el desempeño corporativo y las prácticas de gestión de la cadena de suministro verde (GSCM) de los Emiratos Árabes Unidos al considerar el impacto del tamaño de las empresas, junto con otras variables como la edad de las empresas y certificados de sistemas de gestión ambiental. Los autores mencionan que las empresas de mayor tamaño se ven beneficiados por sus ingresos y pueden asignar recursos suficientes para la implementación de sistemas ambientales, lo que se traduce en mejoras significativas en su desempeño corporativo (Sundarakani & Younis, 2019).

Los resultados de las investigaciones muestran una relación positiva entre el tamaño de la empresa y la adopción de estrategias en la gestión ambiental. Las empresas de mayor tamaño suelen beneficiarse de economías de escala por su capacidad financiera y operativa, lo que les facilita la adopción de tecnologías ambientales con mayor eficiencia (Albitar et al., 2024). Las economías de escala presentes en los sistemas colectivos permiten a las empresas más grandes beneficiarse significativamente, ya que pueden disminuir costos y mejorar la eficacia en la gestión de residuos (Joltreau, 2022). Esto se debe a que las empresas más grandes cuentan con mayores recursos financieros y humanos, lo que les permite implementar prácticas ambientales de manera más eficiente con mejores resultados en diversas áreas (Sundarakani & Younis, 2019). Además, estas empresas están mejor posicionadas para implementar modelos de negocio sostenibles, adoptar prácticas innovadoras en materia ambiental (Albitar et al., 2024), facilitar el apoyo con otros actores económicos de la cadena de suministro y promover la adopción de prácticas al tener la ventaja de actuar como mecanismos de difusión por su tamaño e incidencia (Sundarakani & Younis, 2019). Como mencionan Albitar et al., (2024), el tamaño empresarial tiene una gran influencia en la implementación de estrategias de gestión de residuos.

Deficiencias en los sistemas de gestión y su impacto ambiental

La transición hacia la neutralidad climática con el uso de las tecnologías renovables puede también generar externalidades, así lo menciona la European Environment Agency (2021). Como la gestión inadecuada de los residuos sólidos, en particular la incorrecta segregación, que genera efectos adversos tanto en la infraestructura como en el tratamiento de las aguas residuales. Tal como lo señala Rojas (2022) en su estudio realizado en Casma, Perú, esta deficiencia en la gestión contribuye a la sobrecarga del tratamiento de aguas residuales que compromete su eficacia. En el análisis se observa una inadecuada disposición en el acondicionamiento de los residuos, caracterizada por la falta de insumos esenciales como contenedores, recipientes y carros para facilitar la segregación correcta (Rojas, 2022). Mientras que, en Europa, se ha establecido una desarrollada infraestructura para la generación de energía eólica y solar; sin embargo, estas infraestructuras pueden llegar a deteriorarse con el paso del tiempo y necesitan ser reemplazadas por instalaciones más avanzadas, y el mantenimiento requiere la sustitución de componentes (European Environment Agency, 2021).

Ante esta realidad, es esencial la implementación de principios de economía circular. En el caso de las infraestructuras de energías renovables, la economía circular permitiría asegurar que los residuos generados, compuestos por materiales como plásticos, acero y cobre, sean reciclados y reutilizados de manera eficiente, para minimizar la extracción de nuevos recursos y optimizar el uso de los materiales presentes en los residuos, al tiempo que se reducirían los desafíos asociados a su gestión (European Environment Agency, 2021). En el caso de las aguas residuales, se implementarían directrices requeridas para la correcta gestión de los residuos sólidos y la operación eficiente de una planta de tratamiento de aguas residuales que cumpla con los estándares requeridos, las cuales no han sido realizadas de manera efectiva por las autoridades de la provincia de Casma (Rojas, 2022). Por esta razón, la región no ha tenido la capacidad de tratar de forma sostenible los desechos y las aguas residuales, y se ve limitada a gestionar las consecuencias negativas que acarrea este problema para la salud pública y el medio ambiente por su alta carga contaminante (Rojas, 2022).

Por otro lado, las zonas geográficas también pueden llegar a condicionar las posibles soluciones asociadas a la gestión de residuos y también las problemáticas. El estudio de Palomino & Huisa (2021) realizan una investigación con el fin de identificar hallazgos empíricos relevantes en economías emergentes de América Latina sobre el reciclaje y la reutilización de residuos sólidos. El análisis se distribuye geográficamente entre

países de América Latina, una región que durante el año 2019 y 2020 genera el 12% de los residuos municipales a nivel mundial por su alta urbanización, la informalidad en la gestión de residuos y las limitaciones financieras para actividades de reciclaje y reutilización (Palomino & Huisa, 2021). Diferentes regiones enfrentan retos particulares, las prácticas y problemáticas varían significativamente entre países como Argentina, Ecuador, Colombia, Chile, Perú, y Brasil, como la falta de normativas claras, la desigualdad en la disponibilidad a servicios de reciclaje, y las deficiencias en la infraestructura (Palomino & Huisa, 2021). Al tomar en cuenta factores como el nivel de urbanización, la disponibilidad de infraestructura y el contexto socioeconómico y cultural, se podría influir directamente en la implementación de planes de gestión ambiental y reciclaje, por eso, las particularidades de cada zona geográfica deben ser consideradas para diseñar e implementar estrategias de gestión de residuos sólidos que sean efectivas, sostenibles y equitativas (Raza & Acosta, 2022). La planificación ambiental urbana se describe como fundamental para organizar el territorio y las actividades humanas para prevenir efectos ambientales significativos que comprometen la calidad de vida y la sostenibilidad (Raza & Acosta, 2022). Estas diferentes condiciones geográficas, económicas y sociales influyen en las recomendaciones para avanzar hacia un modelo de economía circular, ya que las características de cada área determinan la viabilidad de implementar soluciones sostenibles, lo que afecta directamente la efectividad de las políticas y prácticas de manejo de residuos (Palomino & Huisa, 2021).

Propuesta metodológica

Investigación cuantitativa

La reutilización de residuos por parte de las empresas puede ser estudiada de manera cuantitativa para examinar los factores determinantes que inciden en esta práctica, especialmente si se emplea una metodología que permita analizar este fenómeno por sus indicadores, en base a técnicas estadísticas y econométricas. Según Hueso & Cascant (2012) la investigación cuantitativa radica en variables tanto objetivas (como el número de trabajadores dedicados a actividades ambientales o la inversión en protección ambiental) como subjetivas (como valoración u opiniones) que permiten estudiar un fenómeno determinado a partir de estos aspectos específicos de un grupo de muestra. El uso de una muestra proveniente de la población facilita la inferencia de la distribución de variables de interés al tener información importante sobre el comportamiento del conjunto total (Hueso & Cascant, 2012). El uso de una muestra aleatoria atrae varias ventajas, entre estas destaca el generalizar los hallazgos a la población estudiada, proporcionar el análisis de fenómenos como los ambientales, garantizar la representatividad de estas y proporcionar resultados que se puedan aplicar a contextos más amplios, desde estudios de opinión hasta herramientas asociadas a la formulación de políticas (Hueso & Cascant, 2012). Por esto, un enfoque cuantitativo en la reutilización de residuos no peligrosos permitirá identificar la probabilidad de adopción de esta práctica circular.

Modelo Logit

El estudio y análisis de la reutilización en las empresas resulta esencial debido a diversos factores económicos y ambientales. En primer lugar, las empresas enfrentan crecientes presiones para mejorar la sostenibilidad de sus procesos productivos, y como mencionan de Jong & Mellquist (2021) la reutilización puede generar beneficios económicos al reducir los costos operativos, además de contribuir a reducir las GEI y al ahorro de la energía al disminuir la demanda de las nuevas materias primas. Estas acciones favorecen directamente a los objetivos de sostenibilidad y al fomento de una economía circular, lo que promueve que los recursos sean usados eficientemente y contribuye a disminuir la huella ambiental negativa generada por la producción industrial (de Jong & Mellquist, 2021).

El modelo econométrico que esta investigación propone para analizar la probabilidad de que las empresas reutilicen los residuos que generan, en general o un tipo específico de residuo, se basa en utilizar variables categóricas de la base de datos y variables continuas que fueron transformadas a categóricas, específicamente a variables dummy. La variable dependiente es la probabilidad de reutilización de los residuos, que inicialmente en la base de datos se presenta como una variable continua, pero de igual forma se la transforma a una variable categórica de sí reutiliza o no reutiliza. De esta forma se puede analizar los efectos de las diversas

características económicas y ambientales sobre la reutilización de residuos que proporciona un análisis de los que podrían ser factores relevantes para futuros cambios en los modelos económicos.

Al utilizar variables dependientes binarias, se utiliza una regresión denominada como modelo de regresión probit y logit. Ambos modelos utilizan una formulación no lineal que garantiza que las probabilidades estimadas permanezcan entre 0 y 1, de esta forma permite que se calcule la probabilidad de que el valor de 1 tome la variable dependiente Y (Stock & Watson, 2012). El modelo probit emplea una función de densidad de probabilidad de la distribución normal estándar y, por otro lado, el modelo logit, también conocido como regresión logística, hace uso de la función de densidad logística; ambos modelos son comúnmente utilizados en diversos análisis para predecir la ocurrencia de un evento o su ausencia (Stock & Watson, 2012, pág. 279).

Se utilizaron datos extraídos de la Información Económica Ambiental en Empresas del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) del año 2022. A partir de esto, surge un módulo ambiental para dar respuesta a la necesidad de comprender la interacción entre las dinámicas económicas y ambientales, por ende, su objetivo es ofrecer información precisa y confiable sobre estas dinámicas más relevantes de las empresas ecuatorianas, el cual es denominado Módulo Económico Ambiental de la Encuesta Estructural Empresarial 2022 (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022). Para realizar inferencias a nivel poblacional, se emplean datos ajustados mediante factores de expansión. Es necesario activar una variable de diseño muestral conocida como Factor de Expansión para asegurar que los resultados conseguidos a partir de las variables reflejen las actividades económicas del país (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2024, pág. 5). Estos factores asignan un peso a cada observación lo que permite extrapolar los resultados al ámbito nacional, en ausencia de esta ponderación, los hallazgos serían únicamente representativos de la muestra analizada. Sin embargo, la escasez de información y la falta de datos en ciertas variables impidieron realizar un análisis más específico de ciertos indicadores, como hubiera sido deseable. Por esta razón, también el uso del factor de expansión.

Variables que inciden en la reutilización de residuos

Es importante mencionar que el estudio se realiza exclusivamente en el Ecuador continental, debido a que la región Galápagos cuenta con un volumen bajo de datos por su composición territorial de una sola provincia. El Ecuador continental se compone de 23 provincias distribuidas a lo largo de sus tres regiones geográficas. En la Costa están Manabí, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Guayas, Los Ríos, El Oro y Santa Elena. La región Amazónica incluye a Orellana, Sucumbíos, Napo, Pastaza, Zamora Chinchipe y Morona Santiago. Para el modelo econométrico, en el caso de la región Sierra se clasificaron en tres secciones: la Sierra Norte donde se encuentran Carchi e Imbabura; Sierra Centro donde están Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua y Bolívar; y por último la Sierra Sur está representada por Chimborazo, Cañar, Azuay y Loja (Planet Andes , s.f.).

Con el propósito de identificar las características comunes en la gestión de residuos entre las empresas mediante el sector al que pertenecen, las empresas fueron clasificadas conforme a la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU). Se realiza una estructura para este estudio que agrupa las actividades económicas en cuatro categorías: manufactura, comercio, servicios y otros. De acuerdo a las actividades o sectores empresariales utilizadas por el INEC (2022), la categoría de manufactura, incluye las actividades correspondientes a las industrias manufactureras (C); en comercio, se agrupan las actividades relacionadas con el comercio al por mayor y menor, así como la reparación de vehículos automotores y motocicletas (G); el sector de servicios, comprende transporte y almacenamiento (H), alojamiento y servicios de comidas (I), información y comunicaciones (J), actividades financieras y de seguros (K), actividades inmobiliarias (L), actividades profesionales, científicas y técnicas (M), servicios administrativos y de apoyo (N), educación (P), salud humana y asistencia social (Q), y artes, entretenimiento y recreación (R); y la categoría de otros incluye explotación de minas y canteras (B), suministro de electricidad, gas y vapor (D), suministro de agua y gestión de desechos (E), construcción (F), y otras actividades de servicios (S). Esta clasificación permite analizar la heterogeneidad sectorial de las empresas con mayor precisión.

En Ecuador, según el INEC (2023) las empresas se clasifican por tamaño según el número de empleados y el volumen de ventas anuales, de la siguiente manera: Microempresas, Pequeñas empresas, Medianas empresas tipo A (aquellas que emplean entre 50 y 99 trabajadores y registran un volumen de ventas anual entre

\$1,000,001 y \$2,000,000), Medianas empresas tipo B (entre 100 y 199 empleados y un rango de ventas anual que oscila entre \$2,000,001 y \$5,000,000) y Grandes empresas (cuenta con 200 o más trabajadores en su plantilla y registra un volumen de ventas anual superior a \$5,000,000) (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2023). La base de datos trabajó en tamaño empresarial solamente con tres grupos: medianas tipo A, medianas tipo B y grande. Es importante mencionar que, la categorización de las medianas empresas tipo A y B es una clasificación interna del Registro Estadístico de Empresas (REEM) del INEC de Ecuador para segmentar de manera más precisa el tamaño empresarial.

La variable macroeconómica Valor Agregado Bruto (VAB) cuantifica el valor neto que genera un país, una región o incluso un sector (López, 2020). En otros términos, mide la cantidad total de servicios y bienes producidos al descartar los impuestos indirectos y los consumos intermedios en un territorio durante un período determinado (López, 2020). En el caso de una empresa, el VAB puede asumir un valor negativo si la producción generada no logra superar los consumos intermedios, lo que refleja un déficit en la creación de valor durante el proceso productivo. En cuanto la relación con el valor agregado de la producción y la generación de desechos sólidos se encuentra en niveles similares durante el 2022 a los registrados en otros países de la región (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022). Es importante mencionar que la variable denominada como Impacto Ambiental no se incluyó en el análisis, ya que corresponde a una calificación otorgada por el INEC y no sería adecuada para este propósito.

En este sentido, la Tabla 1 organiza las variables seleccionadas de esta investigación en tres dimensiones para facilitar el análisis de la circularidad empresarial. Las dimensiones consideradas en este estudio son: i) perfil económico, ii) inversiones ambientales y iii) prácticas ambientales. Como se aprecia en la columna de Variable proxy en base INEC, se han incluido y asignado las variables de la base de datos que permiten capturar detalles esenciales del desempeño económico y ambiental de las empresas. De esta manera, la Tabla 1 organiza las variables seleccionadas de la base de datos y facilita la distribución para comprender las características de las empresas en términos de económicos y de prácticas relacionadas a la economía circular.

Los residuos no peligrosos se categorizaron según sus características y composición. Las categorías resultantes son: Metálico, que incluye al metal, la chatarra liviana y pesada, y el vidrio; Papel y Cartón, donde se encuentra el papel y el cartón como tal; Polímeros plásticos, que abarca los plásticos y el caucho; y Otros residuos, donde están la madera, los textiles y los escombros. Por ende, se realizó un total de doce modelos específicos para cada tipo de residuo con cada dimensión. Adicionalmente, se construyó un modelo general que integra todos los tipos de residuos en cada una de las tres dimensiones, y se generan tres modelos adicionales. Este enfoque permite obtener tanto una perspectiva amplia como un análisis detallado, que proporciona herramientas más completas para comprender, gestionar y optimizar la gestión de los otros tipos de residuos de manera eficiente.

Tabla 1: Dimensiones, indicadores, variables e investigadores

Dimensión	Variable proxy en base INEC	Categorías	Investigador
Perfil económico	Tamaño de la empresa	Mediana Empresa tipo A Mediana Empresa tipo B Empresa Grande	(Albitar et al., 2024) (Joltreau, 2022) (Sundarakani & Younis, 2019)
	Sector de la empresa	Manufactura Comercio Servicios Otros	(Fuentes et al., 2017)
	Región	Sierra Norte Sierra Centro Sierra Sur	(Palomino & Huisa, 2021) (Raza & Acosta, 2022)

		Costa Amazonía	
	Valor Agregado Bruto (VAB)	Negativo Bajo Medio Alto Muy Alto	(Albitar et al., 2024) (Joltreau, 2022) (Sundarakani & Younis, 2019)
Inversiones ambientales	Inversión total en protección ambiental y en manejo de recursos naturales	No Sí	(Sun et al., 2024) (Chen et al., 2023)
	Gasto corriente total en protección ambiental y en manejo de recursos naturales	No Sí	(Manzur et al., 2008)
Prácticas ambientales	Energía renovable generada	No Sí	(European Environment Agency, 2021)
	Agua residual tratada	No Sí	(Rojas, 2022)
	Personal dedicado a actividades ambientales	No Sí	(de Jong & Mellquist, 2021) (Farooq et al., 2022)

Fuente: INEC, Información Económica Ambiental en Empresas.

Metodología de Fanor

En esta investigación se adoptará la metodología de Fanor (2006), quien desarrolló en su estudio un modelo probit binomial para analizar los factores que influyen en la decisión de los hogares en Haití, para ser parte de la clasificación de residuos sólidos. Primero se aplicaron encuestas a 400 hogares seleccionados mediante muestreo estratificado en cuatro municipios del área metropolitana, y consecutivamente se realizó un modelo probit para analizar la probabilidad de que un hogar decida reciclar, donde incluyó variables que abarcan factores sociodemográficos como edad, género, educación; factores económicos como el ingreso y la disposición a pagar por mejores servicios; y percepciones sobre el reciclaje y sus beneficios (Fanor, 2006). El estudio reveló que factores como tener amigos que reciclan incrementa la probabilidad de reciclar en un 50.13%, conocer los beneficios del reciclaje incrementa la probabilidad de reciclar en un 47.19% y aceptar políticas públicas que lo promuevan incrementa la probabilidad de reciclar en un 31.78%, estas variables tienen un impacto significativo en la decisión de los hogares para clasificar los residuos (Fanor, 2006). Los resultados sugieren que estas variables deben ser consideradas al diseñar políticas para promover el reciclaje como alternativa para reducir los residuos dispuestos inadecuadamente. Aunque la unidad de análisis del estudio de Fanor (2006) son los hogares, la metodología se adopta al ámbito empresarial para identificar los factores de la reutilización de los residuos. Además, este modelo, que en el estudio logró identificar y cuantificar los componentes que inciden en la decisión de los hogares, permitirá desde un enfoque cuantitativo y aplicable abordar la reutilización de residuos al contexto de sostenibilidad empresarial, que contribuye al diseño de políticas orientadas a mitigar el impacto ambiental y promover prácticas sostenibles.

Resultados y discusión

Residuos en la industria y en el Ecuador

En Ecuador, la creciente generación de residuos, impulsada por el consumo y el avance de la urbanización, ha convertido su manejo en un desafío clave, además de que los sistemas ineficientes de gestión generan impactos ambientales y afectan la salud y el bienestar de la población (Fundación Naturalia, 2024). La mayoría

de las empresas nacionales y extranjeras que operan en el país continúan con un modelo económico lineal, caracterizado por la extracción de recursos naturales, la fabricación de productos, su consumo y la consecuente generación de desechos (Arroyo et al., 2018).

A nivel de política pública, los residuos han sido considerados en el país. Un ejemplo es el Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos y Desechos Sólidos No Peligrosos (PNGIRS), que según el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (2017) establece políticas, objetivos y estrategias para una gestión sostenible de estos residuos. El PNGIRS establecerá la ruta para implementar la gestión integral de residuos y desechos sólidos no peligrosos en Ecuador. Este instrumento de política pública será clave para indicadores, metas, desarrollar políticas, estrategias, programas, objetivos y proyectos que guíen dicho proceso. Otro ejemplo es el Proyecto de Gestión Integral de Residuos Sólidos y Economía Circular Inclusiva (GRECI), que proporciona herramientas técnicas y guías para la gestión de residuos no peligrosos en el sector empresarial con el propósito principal de promover la gestión de desechos sólidos, tanto en los sectores públicos como en los privados; esta iniciativa se fundamenta en un enfoque de economía circular y reciclaje inclusivo, impulsado por el uso de tecnología e innovación (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica, 2022). A pesar de estos esfuerzos, aún existen dificultades en la recolección y disposición adecuada de residuos, especialmente en áreas rurales y periféricas donde la infraestructura es inadecuada (Fundación Naturalia, 2024). Esto genera la acumulación de desechos en vertederos no regulados o en áreas abiertas, lo que provoca contaminación de recursos naturales, además de impactar negativamente la salud pública y la biodiversidad (Fundación Naturalia, 2024).

Adoptar prácticas propias de la economía circular representa un desafío significativo, pero es esencial para alinear al país con las tendencias internacionales y mitigar los efectos negativos de la contaminación por residuos. Un ejemplo destacado de prácticas son las de la Corporación Favorita, que desde 2008 ha implementado el uso de fundas biodegradables y reutilizables, de esta manera lidera con éxito la promoción de su adopción en actividades comerciales y brinda educación sobre su adecuada disposición para favorecer la biodegradación (Arroyo et al., 2018). Este enfoque subraya la necesidad de que el país avance hacia una economía más circular, donde las empresas no solo reduzcan su impacto ambiental, sino que integren prácticas sostenibles como parte fundamental de sus operaciones para promover un cambio cultural y económico que beneficie tanto al medio ambiente como a la sociedad (Arroyo et al., 2018). Por otro lado, la educación y concientización de la ciudadanía acerca de la relevancia de separar los residuos y fomentar el reciclaje resultan esenciales para asegurar su involucramiento en la gestión de desechos. Iniciativas como programas de educación ambiental en instituciones escolares, campañas informativas y alianzas con organizaciones no gubernamentales pueden desempeñar un papel crucial en este proceso (Fundación Naturalia, 2024).

Estadística descriptiva

Residuos no peligrosos

Las empresas ecuatorianas presentan distintas cantidades de generación de residuos y desechos, además de una amplia diversidad en los tipos de residuos producidos. El universo de la investigación es de un total de 15.843 empresas, y el 89,80% del total, es decir 14.227 empresas, reportaron la generación de residuos no peligrosos. La generación de estos residuos ascendió a 8.641.883,88 toneladas, que representa un aumento del 112,15% en comparación con 2018 (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022). Por otro lado, únicamente 5.405 de estas empresas (37,99% de las generadoras) tienen conocimiento de la cantidad exacta de residuos no peligrosos producidos (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022). Esto refleja que la gestión ambiental aún es un tema de prioridad secundaria para muchas empresas en el país, lo que resalta la necesidad de fortalecer la conciencia y las prácticas ambientales en el sector empresarial (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022).

La muestra trabajó con 3950 empresas, por lo cual la base de datos se maneja con ese número de empresas investigadas. De acuerdo con la Tabla 2, el residuo que más se generó en 2022 fue el papel, seguido del cartón y luego el plástico. Asimismo, se detalla el número de empresas que reutilizaron cada tipo de residuo, con un total de 713 que implementaron prácticas de reutilización, es decir el 18% de las empresas de la base de datos.

Tabla 2: Empresas que generaron y reutilizaron residuos

Tipo de residuo	Residuo no peligroso	Número de empresas que generaron	Número de empresas que reutilizaron
Papel y Cartón	Papel	3,511	386
	Cartón	2,307	192
Polímeros plásticos	Plástico	1,701	57
	Caucho	88	1
Metálico y vidrio	Metal	76	4
	Chatarra liviana	664	27
	Chatarra pesada	212	1
	Vidrio	215	8
Otros	Madera	391	32
	Textiles	105	2
	Escombros	173	3
Total de empresas		3,950	713

Fuente: INEC, Información Económica Ambiental en Empresas.

En esta investigación, primero se analizan todas las empresas ecuatorianas que han implementado la economía circular en torno a la gestión de residuos no peligrosos, específicamente en cuanto a la reutilización. Posteriormente, se exploran los factores determinantes en la probabilidad de reutilización de residuos no peligrosos en función de la dimensión y del tipo de residuo. Es relevante señalar que el manejo de residuos se clasificó en tres dimensiones que abarcan las variables de la base de datos que influyen directamente en la capacidad y decisión de las empresas para implementar prácticas de economía circular. Las dimensiones consideradas en este estudio se analizan en el acápite Modelos Logit.

Impacto ambiental

El indicador de Impacto Ambiental (IA) se define como la afectación negativa al medio ambiente derivada de los procesos productivos o los productos de las empresas, así como el desperdicio de recursos esenciales (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022). El cálculo del IA se basa en un modelo aditivo que utiliza el logaritmo decimal de diversas variables, tales como costos y gastos ambientales, personal dedicado a cuestiones ambientales, producción, inversión y gasto corriente en actividades relacionadas con el medio ambiente, consumo energético (tanto eléctrico como de combustibles fósiles), consumo de agua, generación de aguas residuales y manejo de desechos sólidos (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022).

El Impacto Ambiental 2022 se calcula a nivel empresarial y se agrega por actividad económica. Desde 2021, el indicador se presenta en una escala de 1 a 100, basada en percentiles de variables agregadas, que proporciona una medida cualitativa y numérica que clasifica a las empresas según su impacto ambiental negativo, desde el menor hasta el mayor, de forma sencilla y directa. Los principales hallazgos revelan que las actividades económicas con mayor IA, evaluadas en una escala de 1 a 100, incluye la industria manufacturera con un IA de 76 (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022).

Al comparar los principales agregados económicos y ambientales entre 2021 y 2022 a nivel nacional, se observa una disminución del IA entre un 12,14% y un 14,41% en media y mediana, respectivamente, mientras que el Valor Agregado Bruto (VAB) registró una caída del 9,62% en media. Esto implica que por cada punto porcentual de reducción en el VAB en 2022 con respecto a 2021, el impacto ambiental disminuyó entre 1,26 y 1,50 puntos porcentuales. Este comportamiento sugiere un fenómeno de impacto empresarial moderado sobre el medio ambiente, donde la reducción del impacto ambiental está asociada principalmente con una menor productividad. Si esta tendencia se mantiene a largo plazo, podría interpretarse como una señal de mejora en las prácticas ambientales del sector productivo nacional que refleja un avance hacia un comportamiento más sostenible.

Personal ambiental

El personal dedicado a actividades de protección y gestión ambiental por las empresas están en número de personas. El análisis del personal dedicado a actividades ambientales en las empresas revela que, a nivel nacional, este grupo está compuesto por 7.840 trabajadores, que representa el 0,73% del total de empleados, que asciende a 1.073.640 personas en 2022. Esto representa una disminución del 4,67% respecto al año 2021. De este total, 6.123 empleados (78,10% en 2022, frente al 81,63% en 2021) trabajan a tiempo completo, mientras que 1.717 (21,90% en 2022, frente al 18,37% en 2021) lo hacen a tiempo parcial. En términos generales, se observa un deterioro en la estabilidad laboral del personal ambiental, evidenciado por una mayor proporción de recortes en comparación con las rotaciones laborales. No obstante, este comportamiento varía según la actividad económica, como las que han experimentado mayores reducciones en su personal ambiental (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022).

Inversiones

Las variables de inversión en protección ambiental y manejo de recursos naturales son continuas y se expresan en dólares anuales. Persisten desafíos en el ámbito económico y ambiental, especialmente relacionados con la limitada producción ambiental y la gestión parcial de los procesos productivos orientados a reducir o eliminar contaminantes, aspectos que requieren atención prioritaria para fomentar una mayor sostenibilidad (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022). Las prácticas ambientales se refieren a las acciones orientadas a minimizar el impacto ambiental negativo generado por los procesos productivos, mediante modificaciones en la organización de dichos procesos y actividades que deben ser asumidas de manera integral por la empresa, al considerar su estructura y operación en su totalidad antes de proceder con su implementación (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022).

Un aspecto relevante que refleja el compromiso ambiental de las empresas ecuatorianas es el nivel de gasto corriente destinado a actividades de protección ambiental y gestión de recursos naturales. A nivel nacional, el 30,72% de las empresas reportaron incurrir en estos gastos en 2022, lo que representa una disminución del 14,27% en comparación con 2021. El gasto corriente ambiental total nacional ascendió a \$224.919.826 en 2022, con un incremento marginal del 0,13% respecto al año anterior. En términos promedio, el gasto por empresa pasó de \$45.329,48 en 2021 a \$46.207,73 en 2022, lo que supone un aumento del 1,94%. Sin embargo, la mayoría de los sectores económicos redujeron su gasto corriente ambiental medio en comparación con 2021, lo que evidencia un deterioro en la capacidad de gestión ambiental de las empresas que compromete la calidad de sus esfuerzos en sostenibilidad (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022).

Aguas residuales

El tratamiento de aguas residuales se registra a través de preguntas dicotómicas de sí o no. Los resultados de 2022 evidencian deficiencias significativas en las prácticas de las empresas ecuatorianas. A nivel nacional, 1.252 de las 15.736 empresas generan aguas residuales como parte de sus procesos productivos, de estas únicamente el 58,15% de las empresas aplican algún método de tratamiento, con un preocupante 42% sin tratamiento alguno (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022). Asimismo, cerca del 95% del volumen total de estas aguas es tratado antes de ser vertido en acuíferos superficiales o subterráneos. A comparación del 2021, el 85,54% de las empresas dieron algún tratamiento al agua residual, lo cual refleja que estas prácticas de sostenibilidad ambiental han disminuido (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022).

Las empresas pueden dar tres diferentes niveles de tratamiento: biológico, químico y físico; lo ideal es que apliquen los tres niveles ya que el agua utilizada debería mantener al menos un grado satisfactorio de pureza en cada uno de estos aspectos (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022). Del total de empresas que procesan sus aguas residuales, el 77,76% realiza un tratamiento físico, el 60,33% aplica un tratamiento químico y el 35,49% implementa un tratamiento biológico. Sin embargo, un dato preocupante es que el 43,19% de las empresas que generan aguas residuales no les proporcionan ningún tipo de tratamiento (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022). La industria manufacturera es la actividad con la mayor proporción de empresas que tratan sus aguas residuales, lo que contribuye significativamente a mitigar su impacto ambiental. Este factor explica por qué este sector registra uno de los mayores puntajes de IA.

Generación de energías alternativas

Finalmente, el uso de energías alternativas se registra a través de preguntas dicotómicas de sí o no. La generación de energía alternativa o renovable está directamente vinculada a la sostenibilidad energética de una región. Sin embargo, esta variable presenta un déficit ambiental, ya que apenas el 16,15% de la energía total producida en el país proviene de fuentes renovables, como la hidroeléctrica, eólica y biomasa (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022).

Modelos Logit

El cambio climático impacta negativamente la estructura sectorial y la economía regional, no solo debido a sus efectos directos, sino también por los efectos indirectos y dinámicos que repercuten en otros sectores de la economía, a través de mecanismos como el uso del suelo, los insumos primarios, la demanda final, etc (Fuentes et al., 2017). De las 500 empresas que reutilizan residuos, 241 pertenecen al sector comercial, 82 al sector manufacturero, 112 al sector servicios y 65 a otros sectores. Estos sectores representan los principales generadores de residuos, y se observa que el sector comercial muestra el mayor compromiso con la reutilización, destacándose en sus prácticas de sostenibilidad ambiental.

Los tres primeros modelos se encargan de evaluar si el perfil económico, las inversiones o las prácticas ambientales influyen en la probabilidad de que una empresa reutilice residuos no peligrosos. Dentro de los modelos se omitió el residuo orgánico, catalogado en el INEC como residuo no peligroso, ya que no existe como tal un proceso de reutilización de este. Las variables pivote para los modelos son Costa, en el caso de región; otros sectores, para el sector; VAB negativo en el VAB, mediana empresa A para el tamaño de la empresa; no invierte; no tiene gastos corrientes; no contrata personal ambiental; no genera energía renovable y no da tratamiento al agua residual generada. Es importante mencionar que, para hallar los coeficientes de los modelos, detallados en la Tabla 3, 4, 5 y 6, se utilizó efectos marginales en su valor promedio, lo que significa que se calcula los efectos promedio y se evalúa las variables en sus medias. Así, se permite interpretar el impacto de cada variable independiente en la probabilidad de reutilizar sin necesidad de compararla con otra. En base a esto, para los residuos en general se realizan el modelo (1), modelo (2) y modelo (3) de acuerdo con cada dimensión. Los coeficientes de cada modelo se encuentran en la Tabla 3.

$$P(\text{Reutiliza}) = \beta_0 + \beta_1 \text{SierraNorte} + \beta_2 \text{SierraCentro} + \beta_3 \text{SierraSur} + \beta_5 \text{Amazonía} \\ + \beta_6 \text{Manufactura} + \beta_7 \text{Comercio} + \beta_8 \text{Servicios} + \beta_9 \text{VABbajo} + \beta_{10} \text{VABMedio} \\ + \beta_{11} \text{VABAlto} + \beta_{12} \text{VABMuyAlto} + \beta_{13} \text{MedianaEmpresaB} + \beta_{14} \text{GrandeEmpresa} \quad (1)$$

$$P(\text{Reutiliza}) = \beta_0 + \beta_1 \text{Invierte} + \beta_2 \text{GastosCorrientes} \quad (2)$$

$$P(\text{Reutiliza}) = \beta_0 + \beta_1 \text{PersonalAmbiental} + \beta_2 \text{UsaEnergíaRenovable} + \beta_3 \text{TratamientoAguaResidual} \quad (3)$$

Tabla 3: Reutilización de residuos por región, sector, tamaño de empresa, VAB, inversión y gasto corriente total en protección ambiental y en manejo de recursos naturales, personal dedicado a actividades ambientales, genera energía eléctrica alternativa y tratamiento a las aguas residuales generadas.

Variables	Categoría	Margins	
Región	Sierra Norte	0.142	(0.129)
	Sierra Centro	0.048***	(0.014)
	Sierra Sur	0.008**	(0.004)
	Costa	0.128***	(0.030)
	Amazonía	0.017	(0.011)
Sector	Manufactura	0.092**	(0.032)

	Comercio	0.040***	(0.013)
	Servicios	0.073***	(0.017)
	Otros	0.134***	(0.044)
Tamaño de la empresa	Mediana Tipo A	0.044***	(0.011)
	Mediana Tipo B	0.068**	(0.025)
	Grande	0.087***	(0.014)
VAB	Negativo	0.306	(0.212)
	Bajo	0.057***	(0.014)
	Medio	0.056***	(0.010)
	Alto	0.048**	(0.015)
	Muy Alto	0.023**	(0.008)
Inversión total en protección ambiental y en manejo de recursos naturales	0 (No)	0.085***	(0.015)
	1(Sí)	0.089***	(0.035)
Gasto corriente total en protección ambiental y en manejo de recursos naturales	0 (No)	0.066***	(0.015)
	1(Sí)	0.145***	(0.037)
Personal dedicado a actividades ambientales	0 (No)	0.089***	(0.017)
	1(Sí)	0.115***	(0.022)
Genera energía eléctrica alternativa	0 (No)	0.089***	(0.016)
	1(Sí)	0.115**	(0.050)
Tratamiento a las aguas residuales generadas	0 (No)	0.091***	(0.017)
	1(Sí)	0.071***	(0.014)
Observations		3,950	
Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1			

Fuente: INEC, Información Económica Ambiental en Empresas.

Las interpretaciones de cada coeficiente se encuentran en las dimensiones según correspondan junto con las interpretaciones de cada tipo de residuo.

Dimensión perfil económico

En el análisis de los márgenes predictivos para la reutilización de residuos, se encontraron asociaciones estadísticamente significativas para las regiones Sierra Centro, Sierra Sur, y Costa, al mantener constantes las demás variables en sus valores promedio. En las empresas de la Sierra Norte y la Amazonia no se encontraron efectos significativos en la probabilidad promedio de reutilización de residuos. Las empresas localizadas en la región Sierra Centro tienen una probabilidad promedio de reutilización de residuos de 4.79 puntos porcentuales al mantener constantes las demás variables en sus valores promedio, resultado que es estadísticamente significativo. De manera similar, las empresas en la región Sierra Sur presentan un incremento promedio en la probabilidad de reutilización de residuos de 0.83 puntos porcentuales, también estadísticamente significativo. Por otro lado, las empresas ubicadas en la región Costa muestran un aumento considerable en la probabilidad promedio de reutilización de residuos, que alcanza los 12.77 puntos porcentuales al mantener constantes las demás variables en su valor promedio, con un nivel de significancia alto.

Las probabilidades promedio de reutilización de residuos muestran asociaciones estadísticamente significativas para todas las categorías del sector empresarial. Las empresas clasificadas en el sector Manufactura tienen

una probabilidad promedio de reutilización de residuos de 9.20 puntos porcentuales. De igual manera, las empresas del sector comercial presentan una probabilidad promedio de reutilización de 4.04 puntos porcentuales, aunque es el porcentaje más bajo en comparación con otros sectores. El crecimiento poblacional y la producción sectorial influyen significativamente en el sector comercial, que impacta la calidad de vida mediante cambios en el capital material y natural (Fuentes, y otros, 2017). A su vez, aunque el comercio es un sector relevante en la generación de residuos, se observa su papel en Ecuador como pionero en la adopción de prácticas de economía circular. En el caso de las empresas del sector de servicios, la probabilidad promedio de reutilización de residuos es de 7.37 puntos porcentuales al mantener constantes las demás variables. Por otro lado, las empresas clasificadas en la categoría de otros sectores destacan con la probabilidad promedio más alta, con 13.42 puntos porcentuales. Debido a que las categorías del sector empresarial tienen un impacto significativo y diferenciado en la reutilización, es importante considerar el tipo de actividad económica para analizar esta práctica.

Cuando se consideran las diferentes categorías del VAB, se observan resultados significativos con la probabilidad promedio de reutilizar un residuo. Las empresas con un VAB bajo tienen una probabilidad promedio de reutilización de residuos del 5.70% al mantener constante las demás variables; las empresas con un VAB medio muestran una probabilidad promedio muy similar, del 5.50% al mantener constante las demás variables; las empresas con un VAB alto, la probabilidad promedio de reutilización disminuye ligeramente a 4.75% al mantener constante las demás variables; y por último, las empresas con un VAB muy alto presentan una probabilidad promedio de reutilización de residuos más baja, que alcanza únicamente el 2.27%, lo que significa que empresas con altos niveles de VAB se involucran menos en reutilizar los residuos. La categoría de VAB negativo no presentó una asociación significativa con la reutilización de residuos. Estos resultados evidencian que las prácticas de reutilización varían según el nivel de VAB, las más frecuentes son los rangos intermedios lo que podría estar vinculado a las capacidades económicas y las prioridades estratégicas de las empresas en cada nivel.

Dentro de la base de datos, 400 empresas grandes reutilizan los residuos que generan, mientras que solo 100 empresas medianas implementan esta práctica. Cabe señalar que el 80% de las empresas de la base de datos son de tamaño grande, mientras que el 20% restante son medianas. Esta distribución indica que, aunque las empresas grandes tienen mayores recursos para implementar prácticas sostenibles, una mayor proporción de empresas medianas aún no se ha sumado a estas iniciativas lo que evidencia una potencial área de mejora. Esto motiva a empresas de distintos tamaños a adoptar prácticas de gestión verde en el flujo de materiales para el proceso productivo (Sundarakani & Younis, 2019), así como optimizar la eficiencia de la sostenibilidad empresarial en empresas medianas.

Para las categorías de tamaño empresarial el análisis muestra asociaciones significativas con la probabilidad promedio de reutilización de residuos, al mantener constantes las demás variables del modelo en sus valores promedio. Las empresas clasificadas como Mediana Empresa A tienen una probabilidad promedio de reutilización de residuos de 4.38%. Esto sugiere que este tipo de empresas muestra un nivel moderado de compromiso con la reutilización. Por su parte, las empresas categorizadas como Mediana Empresa B presentan una probabilidad promedio ligeramente mayor, que alcanza el 6.81%, lo que indica una relación más fuerte entre este tamaño empresarial y la práctica de reutilización de residuos. Por otro lado, las grandes empresas tienen una probabilidad promedio más alta de 8.67%. Como mencionaban Sundarakani & Younis (2019), el tamaño de la empresa se relaciona con la mayoría de las dimensiones del desempeño de una empresa. Actualmente, las grandes empresas se esfuerzan por asumir un papel de liderazgo y actuar como modelos a seguir para sus socios en el entorno (Albitar et al., 2024). La falta de acción en este sentido puede afectar gravemente su prestigio y debilitar su reputación corporativa (Albitar et al., 2024). Las empresas grandes tienen más recursos financieros y humanos para asignar a prácticas sostenibles, lo que mejora su rendimiento ambiental, económico y social (Sundarakani & Younis, 2019). Por otro lado, las empresas más grandes tienden a aprovechar economías de escala, lo que facilita la implementación de estrategias de ecodiseño (Joltreau, 2022). Los resultados obtenidos al controlar las demás variables del modelo subrayan cómo el perfil económico

de las empresas influye en la probabilidad de reutilización de los diferentes residuos y proporciona información clave para diseñar estrategias más focalizadas en promover la sostenibilidad empresarial.

El modelo (4) se encarga de evaluar si la ubicación geográfica, la actividad económica, el rango de VAB o el tamaño empresarial influyen en la probabilidad de que una empresa reutilice alguno de los cuatro tipos de residuos. Este enfoque, centrado en la dimensión del perfil económico, se aplica por separado a metales, papel y cartón, plásticos y otros residuos. Por ende, la variable dependiente varía según el tipo de residuo analizado, aunque las variables independientes se mantienen.

$$\begin{aligned}
 P(\text{Reutiliza tipo de residuo}) &= \beta_0 + \beta_1 \text{SierraNorte} + \beta_2 \text{SierraCentro} + \beta_3 \text{SierraSur} + \beta_5 \text{Amazonia} \\
 &+ \beta_6 \text{Manufactura} + \beta_7 \text{Comercio} + \beta_8 \text{Servicios} + \beta_9 \text{VABBajo} + \beta_{10} \text{VABMedio} \\
 &+ \beta_{11} \text{VABAlto} + \beta_{12} \text{VABMuyAlto} + \beta_{13} \text{MedianaEmpresaB} + \beta_{14} \text{GrandeEmpresa} \quad (4)
 \end{aligned}$$

Tabla 4: Reutilización por tipo de residuo y por región, sector, tamaño de la empresa y VAB.

Variables	Categoría	Margins: metálico		Margins: papelcarton		Margins: polimeros		Margins: otros	
Región	Sierra Norte	-		0.168	(0.126)	-		0.002	(0.002)
	Sierra Centro	0.003***	(0.001)	0.042***	(0.013)	0.008**	(0.004)	0.002**	(0.001)
	Sierra Sur	0.001	(0.001)	0.005**	(0.002)	-0.001	(0.001)	0.001	(0.001)
	Costa	0.001*	(0.000)	0.117***	(0.028)	0.006	(0.005)	0.001	(0.0004)
	Amazonía	0.003	(0.003)	-		-		-	
Sector	Manufactura	0.004***	(0.001)	0.059**	(0.028)	0.045	(0.029)	0.003**	(0.001)
	Comercio	0.001**	(0.004)	0.038***	(0.012)	0.005**	(0.002)	0.001	(0.0004)
	Servicios	0.001	(0.009)	0.071***	(0.017)	0.002	(0.002)	0.001	(0.0005)
	Otros	0.042**	(0.020)	0.080***	(0.020)	0.009*	(0.005)	0.029**	(0.014)
Tamaño de la empresa	Mediana Tipo A	0.002***	(0.001)	0.033***	(0.010)	0.007*	(0.004)	0.001**	(0.0005)
	Mediana Tipo B	0.001	(0.004)	0.070***	(0.026)	0.005*	(0.003)	0.000	(0.0002)
	Grande	0.004**	(0.002)	0.077***	(0.013)	0.003*	(0.002)	0.005**	(0.002)
VAB	Negativo	0.002	(0.002)	0.166	(0.174)	0.286**	(0.137)	-	
	Bajo	0.002***	(0.001)	0.050***	(0.013)	0.005*	(0.003)	0.002**	(0.001)
	Medio	0.001*	(0.001)	0.048***	(0.010)	0.004**	(0.001)	0.001	(0.0004)
	Alto	0.001	(0.001)	0.043***	(0.014)	0.006	(0.004)	0.000	(0.0003)
	Muy Alto	0.000	(0.000)	0.018***	(0.007)	0.005	(0.003)	0.001	(0.001)
Observations		3,884							
Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1									

Fuente: INEC, Información Económica Ambiental en Empresas.

Cuando se analiza su probabilidad de reutilización de metales, se considera el perfil económico de las empresas y se mantiene constantes las demás variables, existe significancia en varias dimensiones. La probabilidad

promedio de reutilización de metales para las empresas que se encuentran en la Sierra Centro es del 0.31%, la única región significativa. En el sector económico, la industria manufacturera y las actividades agrupadas en otros tienen probabilidades promedio de reutilización de 0.34% y 0.42%, respectivamente al mantener constante las demás variables. Por otro lado, en la dimensión de tamaño empresarial, las grandes empresas registraron una probabilidad promedio de reutilización de 0.41%, lo que podría estar relacionado con su mayor capacidad para implementar estrategias de gestión de residuos. Finalmente, dentro de la categoría de VAB, las empresas clasificadas con un nivel bajo presentan una probabilidad promedio de reutilización de 0.16%, destacándose como el único rango significativo en esta dimensión.

El análisis de la probabilidad promedio de reutilización de papel y cartón, calculado al mantener constantes las demás variables del modelo, muestra asociaciones significativas en varias dimensiones del perfil económico empresarial. Entre las regiones, las empresas ubicadas en Sierra Centro, Sierra Sur, y Costa muestran diferencias significativas. La Sierra Centro registra una probabilidad promedio de reutilización de papel y cartón de 4.17%, mientras que en Sierra Sur es de 0.53%. Por su parte, las empresas en la Costa tienen una probabilidad promedio considerablemente mayor, que alcanza el 11.65%. Esto sugiere que la ubicación geográfica influye en las prácticas de reutilización, posiblemente debido a la disponibilidad de infraestructura o políticas locales. En cuanto a la actividad económica, las empresas del sector Manufactura destacan con una probabilidad promedio de reutilización de papel y cartón de 5.94%, mientras que el sector Comercio registra un 3.78%. Además, las empresas en el sector Servicios tienen un promedio de 7.06%, y las actividades categorizadas como Otros alcanzan el 8.04%. Estas cifras indican que la naturaleza de las actividades económicas influye en la adopción de prácticas sostenibles relacionadas con el papel y el cartón. En la dimensión de valor agregado bruto, las empresas con un VAB Bajo presentan una probabilidad promedio de reutilización de 5.04%, mientras que aquellas con un VAB Medio registran un promedio de 4.83%. Las empresas clasificadas en el rango de VAB Alto tienen una probabilidad de 4.34%, mientras que aquellas con un VAB Muy Alto muestran un promedio menor, de 1.77%. Estos resultados destacan que los niveles de reutilización tienden a disminuir en empresas con un VAB más alto. Respecto al tamaño de las empresas, las Medianas Empresas A registran una probabilidad promedio de reutilización de papel y cartón de 3.31%, mientras que las Medianas Empresas B muestran un promedio de 6.96%. Las Grandes Empresas se destacan con la probabilidad más alta que alcanzan un 7.70%. Estos resultados reflejan cómo el tamaño empresarial influye significativamente en la implementación de prácticas de reutilización.

Para la probabilidad promedio de reutilización de polímeros plásticos, Sierra Centro muestra una probabilidad promedio significativa de reutilización de polímeros plásticos del 0.76% al mantener constante las demás variables. En los sectores, el sector comercial presenta una probabilidad promedio significativa de reutilización de polímeros plásticos del 0.53%. Por otro lado, existe una probabilidad promedio de reutilización de polímeros plásticos para las empresas con un VAB negativo del 28.63%, aunque la significancia es baja. Y, por último, las empresas con un VAB medio tienen una probabilidad promedio de reutilización de 0.40%, que muestra que este rango también favorece la implementación de estas prácticas.

Cuando se analizó la reutilización de otros residuos se identificaron asociaciones significativas en las dimensiones de región, actividad económica, tamaño empresarial y VAB. En la dimensión regional, la Sierra Centro destaca con una probabilidad promedio significativa de reutilización de otros residuos del 0.19%. Esto resalta la relevancia de esta región en la adopción de prácticas sostenibles, posiblemente influida por políticas locales o características estructurales de sus empresas. En la dimensión de actividad económica, los sectores de Manufactura y otros presentan probabilidades promedio de reutilización de 0.34% y 2.89%, respectivamente. Estos resultados destacan que los sectores más vinculados a la generación de desechos diversificados, como la manufactura y las actividades agrupadas en la categoría otros, implementaron con mayor frecuencia estrategias de reutilización para estos residuos. Desde el punto de vista del VAB, la única categoría significativa fue la de VAB bajo, por ende, estas empresas tienen una probabilidad promedio de reutilización de otros residuos del 0.15%, donde las demás variables se mantuvieron constantes. En términos de tamaño empresarial, la probabilidad promedio de reutilización de otros residuos en las medianas empresas A es del 0.13%. Otra categoría significativa fueron las grandes empresas con una probabilidad promedio mayor del 0.55%. Esto

sugiere que, debido a sus recursos y capacidades operativas más amplias, las grandes empresas tienen mayor disposición o posibilidades de implementar estrategias de reutilización.

Dimensión inversiones ambientales

Para apoyar a la reducción de la huella ecológica y en la promoción del desarrollo sostenible, las inversiones en tecnologías y prácticas sostenibles, particularmente en energías renovables, desempeñan un papel crucial (Chen et al., 2023). El análisis de los márgenes predictivos revela que la inversión en protección ambiental y manejo de recursos naturales tiene una relación significativa con la probabilidad de reutilización de residuos al mantener constantes otras variables. Las empresas que no realizan estas inversiones tienen una probabilidad promedio de reutilización del 8.46%, posiblemente impulsada por factores internos o externos. En contraste, aquellas que sí invierten muestran una probabilidad ligeramente mayor, del 8.94%. Aunque la diferencia es pequeña, estos resultados sugieren que la inversión en sostenibilidad contribuye, a fomentar prácticas de reutilización. Esto también indica que otros factores podrían influir de manera relevante en esta dinámica. Este tipo de inversión no solo beneficia a la empresa donde se implementa, sino que también genera impactos positivos en sectores vecinos al disminuir la contaminación transfronteriza (Chen et al., 2023). Las empresas que realizan gastos corrientes en protección ambiental y manejo de recursos naturales tienen una probabilidad promedio de reutilización de residuos del 14.52%, casi el doble que las que no incurren en estos gastos, cuya probabilidad es del 6.60%. Este aumento significativo sugiere que dichas inversiones operativas fomentan la adopción de prácticas relacionadas con el ambiente, posiblemente debido a una mayor sensibilización o a la disponibilidad de infraestructura y procesos adecuados.

El modelo (5) se encarga de evaluar si la inversión total o el gasto corriente total en protección ambiental y manejo de recursos naturales influyen en la probabilidad de que una empresa reutilice el tipo de residuo correspondiente. Estas variables dependientes fueron transformadas a dummy. Al igual que con la dimensión perfil económico, este modelo se replica para otros residuos tales como los polímeros plásticos, otros residuos y papel y cartón; es decir, las variables independientes se mantienen, pero la dependiente cambia al poner otro tipo de residuo. Los coeficientes del modelo se encuentran en la Tabla 5.

$$P(\text{Reutiliza tipo de residuo}) = \beta_0 + \beta_1 \text{Invierte} + \beta_2 \text{GastosCorrientes} \quad (5)$$

Tabla 5: Reutilización por tipo de residuo, y por inversión total y gasto corriente total.

Variables	Categoría	Margins: metalico		Margins: papelcarton		Margins: polimeros		Margins: otros	
Inversión total	0 (No)	0.003***	(0.001)	0.076***	(0.014)	0.019*	(0.012)	0.002**	(0.001)
	1(Sí)	0.002	(0.001)	0.085**	(0.036)	0.007	(0.006)	0.002	(0.001)
Gasto corriente total	0 (No)	0.001**	(0.0004)	0.064***	(0.015)	0.013	(0.011)	0.001**	(0.0003)
	1(Sí)	0.018*	(0.010)	0.112***	(0.033)	0.041*	(0.021)	0.016*	(0.010)
Observations		3,884							
Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1									

Nota. La inversión total y el gasto corriente total corresponden a la protección ambiental y en manejo de recursos naturales.

Fuente: INEC, Información Económica Ambiental en Empresas.

Las empresas que no realizaron inversiones totales en protección ambiental y manejo de recursos naturales presentan una probabilidad promedio de reutilización de residuos metálicos de 0.26%, un porcentaje pequeño que puede ser visto desde el punto de vista de que la reutilización es una estrategia de eficiencia o cumplimiento normativo. En cambio, las empresas que tienen gastos corrientes en protección ambiental y manejo de los

recursos tienen un aumento en su probabilidad de reutilización para metálicos del 0.11%, un porcentaje pequeño. Se podría decir que, la reutilización de materiales depende más de factores internos y productivos que del gasto corriente en protección ambiental, lo cual, pone en evidencia la necesidad de enfoques estratégicos en gestión sostenible.

En el caso del papel y cartón, los indicadores de inversión y gasto mostraron significancia en la probabilidad de reutilizar. La probabilidad promedio de reutilización de papel y cartón en una empresa que no realizó inversiones en protección ambiental y manejo de recursos naturales es de 7.65%. Pero para aquellas empresas que sí invirtieron en esta área la probabilidad asciende a 8.53%, donde se mantienen constantes el resto de las variables. En cuanto a los gastos corrientes, las empresas que no incurrieron en estos gastos tienen una probabilidad promedio de reutilización de 6.44%, y la probabilidad promedio se eleva a 11,23% cuando las empresas sí realizaron gastos corrientes. Se evidencia que las empresas que destinan recursos a la protección del ambiente logran una mayor adopción de prácticas relacionadas a la economía circular, especialmente en la reutilización de papel y cartón.

Cuando se analiza la probabilidad promedio de reutilización de polímeros plásticos, ninguna de las variables analizadas reveló asociaciones estadísticamente significativas, aunque las tendencias muestran que las empresas que no realizaron inversiones en protección ambiental presentan una probabilidad promedio de reutilización de polímeros del 1.95%. Por otro lado, aquellas que sí realizaron este tipo de inversión muestran una probabilidad ligeramente menor, de 0.69%. En el caso de los gastos corrientes, las empresas que no incurrieron en ellos tienen una probabilidad promedio de reutilización de polímeros del 1.34%, mientras que aquellas que sí realizaron estos gastos presentan un promedio mayor, de 4.10%. Aunque es importante aclarar que estos indicadores no alcanzaron significancia estadística.

Las empresas que generan otros residuos a los antes mencionados, muestran asociaciones significativas para reutilizar en algunas categorías, mientras que otras no alcanzan significancia estadística. Cuando no realizaron inversiones totales en protección ambiental presentan una probabilidad promedio de reutilización de otros residuos de 0.19%. En cuanto a los gastos corrientes, las empresas que no realizaron este tipo de gastos tienen una probabilidad promedio de reutilización de 0.07%, lo que pone en evidencia que, incluso sin destinar recursos corrientes a la protección ambiental, algunas empresas encuentran formas de reutilizar otros residuos.

De las empresas que reutilizan sus residuos, son pocas las que invierten en total en prácticas ambientales orientadas a la prevención, reducción y eliminación de contaminantes, en áreas como la reducción de emisiones y el tratamiento de residuos, y en el manejo de recursos naturales, con actividades destinadas a la conservación y preservación de estos recursos al incluir la minimización de su uso (Instituto Nacional de Estadística y Censos, 2022). Esto refleja que las inversiones en prácticas ambientales y en manejo de recursos naturales se mantienen limitadas, lo que indica una oportunidad para fomentar políticas públicas que incentiven estas inversiones, tales como rebajas fiscales y subsidios, pueden potenciar significativamente estos efectos, que contribuye a un modelo de desarrollo más equitativo y ambientalmente sostenible (Chen et al., 2023).

Dimensión prácticas ambientales

Farooq et al., (2022) destacan la importancia de estrategias y soluciones tecnológicas de gestión de residuos sostenibles, como sensores inteligentes y optimización de rutas, para optimizar la recolección y reciclaje de residuos. Las innovaciones tecnológicas verdes en el ámbito corporativo son fundamentales, ya que representan motores clave para mitigar los efectos perjudiciales de la contaminación y las crisis ambientales, al tiempo que contribuyen al crecimiento económico (Albitar et al., 2024). El estudio de de Jong & Mellquist (2021) explora la reutilización dentro de la industria y subraya la necesidad de desarrollar modelos de negocio circulares que permitan el aprovechamiento continuo de los materiales. La implementación de dichos modelos exige personal especializado, tanto en la gestión de residuos como en la garantía de calidad de los materiales reutilizados, con el fin de construir confianza en los mercados de materiales secundarios (de Jong & Mellquist, 2021). Sin embargo, entre las empresas que reutilizaron residuos en Ecuador en el año 2022, el 28% contrataron personal dedicado a actividades ambientales, mientras que el 72% no lo hizo. Si analizamos la probabilidad promedio de reutilización de los residuos, las empresas que no disponen de personal específico

para estas actividades presentan una probabilidad de 8.63%. Por otro lado, las empresas que cuentan con personal dedicado a la gestión ambiental muestran una probabilidad promedio de reutilizar más alta del 11.32%. Este incremento sugiere que la presencia de recursos humanos especializados puede fomentar la adopción de prácticas de reutilización de residuos.

En 2022, solo 29 empresas que reutilizaron residuos generaron energía eléctrica alternativa o complementaria a la de la red pública, que representa el 6% de las empresas que reutilizan residuos, mientras que el 94% no emplea fuentes de energía renovable. Este bajo porcentaje indica que la integración de energías renovables entre las empresas que implementan prácticas de reutilización de residuos está aún en su fase inicial, lo que revela un potencial significativo para el desarrollo de políticas o programas que fomenten una mayor adopción de energías sostenibles en el sector empresarial ecuatoriano. Sin embargo, las infraestructuras de energías renovables pueden generar residuos como paneles solares fotovoltaicos, turbinas eólicas y baterías, por ende, es necesario aplicar principios de economía circular para gestionar estos residuos de manera sostenible (European Environment Agency, 2021). Por el lado de la generación de energía eléctrica alternativa o complementaria a la red pública, las empresas que no utilizaron fuentes de energía renovable tienen una probabilidad promedio de reutilización de residuos de 8.95%; sin embargo, si las empresas sí generaron energía renovable muestran una probabilidad promedio superior, de 11.51%. Esto sugiere que, las empresas comprometidas con el uso de energía renovable suelen complementar estas prácticas con otras iniciativas sostenibles, como la reutilización de residuos, lo que evidencia un enfoque más amplio hacia la protección ambiental.

Finalmente, para los residuos en general, se muestra una relación significativa con la probabilidad promedio de reutilización si las empresas trataron el agua residual generada por sus procesos productivos, cuando las demás variables son constantes en sus valores promedio. Para las empresas que no realizaron tratamiento del agua residual, la probabilidad promedio de reutilización de residuos es del 9.18%. Este nivel relativamente moderado sugiere que, incluso sin tratar el agua residual, estas empresas mantienen un grado importante de adopción de prácticas sostenibles. En cambio, las empresas que sí trataron sus aguas residuales presentan una probabilidad promedio más baja, del 7.10%. Se puede deber a que los esfuerzos en el tratamiento de aguas residuales desvían recursos o prioridades que de otra forma podrían ser destinados a prácticas adicionales como la reutilización de residuos, o que la reutilización de agua y residuos responde a dinámicas independientes. Como lo menciona Rojas (2022) existe una relación entre la gestión de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales, donde deficiencias en una pueden influir negativamente en la otra. En síntesis, aunque ambas prácticas están vinculadas a la sostenibilidad, el tratamiento del agua residual parece no estar directamente asociado con una mayor probabilidad de reutilización de residuos, lo que subraya la necesidad de investigar las diferencias estructurales y operativas entre estas prácticas dentro de las empresas. De las 500 empresas que reutilizaron, 87 generan aguas residuales en su proceso productivo y 74 dieron tratamiento a las aguas residuales. Los problemas en la gestión de residuos afectan el entorno y, a su vez, complican el tratamiento adecuado de aguas residuales. El estudio de Rojas (2022) resalta una interdependencia en la que la mejora o el deterioro de una afecta directamente la efectividad de la otra.

En el análisis de los tipos de residuos, el modelo (6) se encarga de evaluar si el personal dedicado a actividades ambientales, el generar energía alternativa o el tratar las aguas residuales de los procesos influyen en la probabilidad de que una empresa reutilice alguno de los cuatro tipos de residuos. Estas variables dependientes fueron transformadas a dummy, por ende. Al igual que con las dos dimensiones anteriores, este modelo se aplica para el papel y el cartón, los polímeros plásticos y los otros residuos; es decir, las variables independientes se mantienen, pero la dependiente cambia al poner otro tipo de residuo. Los coeficientes se encuentran en la Tabla 6.

P(Reutiliza tipo de residuo)

$$= \beta_0 + \beta_1 \text{PersonalAmbiental} + \beta_2 \text{UsaEnergíaRenovable} + \beta_3 \text{TratamientoAguaResidual} \quad (6)$$

Tabla 6: Reutilización por tipo de residuo y por personal dedica a actividades ambientales, por generación de energía renovables y por tratamiento a las aguas residuales generadas.

Variables	Categoría	Margins: metalico		Margins: papelcarton		Margins: polimeros		Margins: otros	
Personal dedicado a actividades ambientales	0 (No)	0.005	(0.003)	0.078***	(0.016)	0.023**	(0.011)	0.004	(0.003)
	1(Sí)	0.009***	(0.002)	0.090***	(0.022)	0.011***	(0.003)	0.011***	(0.002)
Genera energía renovable	0 (No)	0.005	(0.004)	0.079***	(0.015)	0.021**	(0.009)	0.005	(0.003)
	1(Sí)	0.007	(0.006)	0.072*	(0.038)	0.020	(0.014)	0.008	(0.006)
Tratamiento a las aguas residuales generadas	0 (No)	0.005	(0.003)	0.079***	(0.016)	0.021**	(0.010)	0.005	(0.003)
	1(Sí)	0.023**	(0.012)	0.089***	(0.023)	0.021**	(0.009)	0.008	(0.003)
Observations		3,884							
Standard errors in parentheses *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1									

Fuente: INEC, Información Económica Ambiental en Empresas.

Dentro del modelo se observa que las empresas que cuentan con personal dedicado específicamente a actividades ambientales presentan una probabilidad promedio de reutilización de residuos metálicos de 1.03%. Este resultado resalta la importancia de asignar recursos humanos especializados en la gestión ambiental como un factor clave para promover prácticas sostenibles, como la reutilización de residuos. La probabilidad promedio de reutilización de residuos metálicos cuando dan tratamiento a sus aguas residuales generadas es del 1.44%.

En el caso de los residuos papel y cartón, cuando la empresa cuenta con personal dedicado a actividades ambientales reutiliza el papel y cartón a una probabilidad promedio del 9.93%. En cambio, las empresas que no cuentan con este tipo de personal presentan una probabilidad promedio de 7.60%, lo cual evidencia la importancia del personal especializado para promover la adopción de prácticas sostenibles. Las empresas que implementan el tratamiento de agua residual en sus procesos muestran una probabilidad promedio de reutilización de papel y cartón de 5.50%, en cambio, la probabilidad promedio de las empresas que no realizan este tratamiento presentan un porcentaje del 8.13%. Los indicadores de la energía renovable no fueron estadísticamente significativos.

Respecto al análisis de las variables relacionadas con la probabilidad promedio de reutilización de polímeros plásticos, se encontró que las empresas que cuentan con personal contratado para actividades ambientales tienen una probabilidad promedio de reutilización del 1.27% al mantener constantes las demás variables del modelo. Sin embargo, en este caso de los polímeros plásticos, aquellas empresas sin personal ambiental muestran una probabilidad mayor, del 2.27%, posiblemente debido a diferencias en estrategias internas o prioridades empresariales. En cuanto a la reutilización de las empresas que dan tratamiento al agua residual generada, la probabilidad promedio es del 1.19% para las empresas que sí tratan sus aguas residuales y la probabilidad es del 2.21% para las empresas que no tratan sus aguas residuales, que puede deberse a otros enfoques operativos pueden influir en esta práctica.

Por último, se evaluaron las variables relacionadas con la probabilidad promedio de reutilización de otros tipos de residuos. Las empresas que cuentan con personal dedicado específicamente a actividades ambientales muestran una probabilidad promedio de reutilización de otros residuos de 1.25%. Este resultado refleja la

importancia de contar con personal especializado como un motor para la implementación de prácticas sostenibles y la gestión adecuada de residuos.

Conclusiones

Dentro del presente estudio, cuyo objetivo era explorar los factores que influyen en la probabilidad de que las empresas reutilicen residuos en Ecuador durante 2022, se aborda un tema que surge ante la necesidad de contrarrestar la creciente acumulación de residuos. Los sistemas de gestión insuficientes, motivados por el modelo económico lineal, representan grandes desafíos que ponen en juego la sostenibilidad ambiental y económica del país. Como el costo social para el medio ambiente y para la sociedad cada vez se incrementa, las externalidades negativas que se generan son desafíos clave en la asignación eficiente de recursos en la economía. Por esta razón, la economía del cambio climático y la economía ambiental subrayan la urgencia de internalizar estas las externalidades y sus costos sociales, que, a su vez, pueden estar relacionados con impactos adversos como los que están relacionados al deterioro ambiental y las emisiones de GEI.

Las contribuciones de la economía neoclásica mencionan algunos instrumentos económicos y estrategias de adaptación para abordar estas fallas de mercado, como el enfoque de Pigou donde destaca la necesidad de intervención estatal mediante impuestos correctivos, y el enfoque de Coase que propone soluciones basadas en negociaciones privadas bajo derechos de propiedad estipulados. También, los principios de la economía circular mencionan que una opción ante la crisis es mejorar el uso de recursos al reutilizar, reciclar y optimizar los residuos, de estas maneras se promueve la sostenibilidad a través del rediseño de productos. La adecuada gestión de los residuos se enfatiza como una prioridad a nivel mundial por el aumento en la generación de desechos y las implicaciones sociales, ambientales y económicas que atrae. Las estrategias de política pública sobre la prevención, la recuperación y la valorización indican ser fundamentales para alcanzar un equilibrio entre sostenibilidad ambiental y crecimiento económico. Esta fundamentación teórica establece una base para abordar el análisis de esta investigación, proporcionar un marco conceptual y explorar la reutilización de los residuos por parte de las empresas.

El análisis empírico resalta a la inversión en tecnologías verdes como un factor crucial en la capacidad de que las empresas alcancen los modelos económicos circulares. Existen varios ejemplos de empresas ecuatorianas que muestran cómo iniciativas privadas pueden obtener beneficios tanto ambientales como económicos sin la necesidad de seguir alguna exigencia regulatoria o normativa existente; sin embargo, la transición hacia la circularidad enfrenta aún varias barreras tanto tecnológicas como económicas que limitan su adopción e implementación, de igual forma las condiciones económicas, sectoriales y de tamaño empresarial muestran variaciones significativas entre zonas. Por ejemplo, las regiones de ingresos altos destacan por adoptar prácticas avanzadas como el reciclaje y la recuperación de energía, aunque generan más residuos per cápita, mientras que las regiones emergentes enfrentan desafíos vinculados a la informalidad, normativas deficientes y la falta de infraestructura que genera impactos adversos en la salud de las personas y en el medio ambiente. En términos de tamaño de la empresa, las que tienen mayor facilidad para adoptar tecnologías ambientales avanzadas son las grandes empresas ya que se benefician de las economías de escala, por otro lado, las pequeñas enfrentan limitaciones significativas en recursos y capacidades. No obstante, la economía circular ha demostrado ser una herramienta eficaz para abordar problemas de residuos y sostenibilidad en el contexto empresarial a través de la reutilización, la reducción, el reciclaje y la recuperación de materiales. La evidencia empírica del estudio justifica la metodología utilizada junto con la elección de variables.

Inicialmente, se planteó la hipótesis de que todas las prácticas ambientales, como las variables inversión en protección ambiental y contratación de personal especializado, incrementarían la probabilidad de que una empresa reutilice sus residuos; sin embargo, los resultados revelaron una realidad más compleja. Si bien variables como el tamaño empresarial y la región de la empresa mostraron relaciones que influyen significativamente, otras como el tratamiento de aguas residuales o la generación de energías renovables mostraron efectos limitados o incluso contrarios a lo esperado. Por ende, la opción de reutilizar no depende únicamente de ejecutar iniciativas verdes, sino también de factores operativos, estructurales y estratégicos

específicos de la necesidad de cada empresa. Un hallazgo importante fue que, aunque las grandes empresas tienden a tener mayores recursos para implementar prácticas sostenibles, su probabilidad de reutilización no siempre es proporcional a su capacidad financiera. Por otro lado, las medianas empresas mostraron un mayor compromiso relativo, lo que indica que las prácticas de reutilización pueden estar más relacionadas con enfoques innovadores y adaptativos que con la disponibilidad de recursos. Esto comprueba la hipótesis inicial de que la inversión en prácticas ambientales automáticamente generaría mayores tasas de reutilización.

En el ámbito regional, las empresas que destacaron con probabilidades más altas de reutilización son las de la Costa, mientras que las empresas de la Sierra Centro y Sierra Sur mostraron una menor probabilidad de reutilizar los residuos, los resultados podrían estar relacionados con las limitaciones en infraestructura, recursos y normativas de cada región. De la misma manera, el análisis por actividades económicas demostró que las empresas del sector manufacturero y servicios tienen mayores tasas de reutilización en comparación con el comercio, lo cual refleja las diferencias de sus procesos productivos y la generación de desechos. Un resultado relevante fue el impacto limitado del tratamiento que se da a las aguas residuales o la producción de energías alternativas en la opción de reutilizar. Aunque estas prácticas reflejan un compromiso ambiental positivo, su implementación no garantiza la adopción de prácticas de reutilización, probablemente porque ambas responden a prioridades operativas distintas o porque enfocarse en una podría limitar los recursos destinados a la otra. Este hallazgo subraya la necesidad de integrar ambas prácticas para maximizar los beneficios en conjunto que pueden atraer.

La alarmante gestión inadecuada de residuos subraya la necesidad de fortalecer la planificación ambiental y de diseñar estrategias adaptadas a las condiciones sociales, económicas y geográficas de cada zona. Estos hallazgos destacan la relevancia de integrar diversos enfoques económicos y ambientales en las políticas de gestión de residuos para lograr un desarrollo equilibrado. Por esto, esta investigación contribuye a la lucha contra la crisis climática al resaltar el papel de las empresas en la mitigación de las externalidades ambientales, y al estudiar la economía circular como un modelo de desarrollo más sostenible, se promueve una comprensión más profunda sobre cómo características empresariales y prácticas ambientales influyen en la adopción de modelos circulares en las empresas ecuatorianas, que puede ser de referencia para estudios similares en otros países con economías emergentes.

De cara al futuro, este tema requiere una profundización en la interacción entre políticas públicas, generación de desechos en los hogares, capacidades empresariales y dinámicas sectoriales para superar las limitaciones identificadas. Es necesario la participación de los agentes económicos y de la regulación estatal para la concientización empresarial, para desarrollar incentivos que estimulen la circularidad y para promover marcos regulatorios que integren las particularidades de cada sector. Esto podría incluir incentivos fiscales, subsidios o programas de capacitación que fortalezcan las capacidades empresariales para adoptar prácticas sostenibles. Por otro lado, proyectar la economía circular como un estándar dentro de las prácticas empresariales podría no solo mitigar la crisis de residuos, sino también posicionar al país en un modelo de desarrollo más resiliente y competitivo. Este estudio no solo confirma la urgencia de abordar la excesiva acumulación de residuos, también evidencia la necesidad de enfoques más integrales y estratégicos que permitan superar las barreras actuales y transformar las prácticas empresariales en un motor para la sostenibilidad ambiental en Ecuador. No obstante, esta investigación presenta ciertas limitaciones relacionadas con la falta de información de la base de datos sobre las características de las empresas, por ejemplo, si se hubiera incluido su nivel de certificaciones ambientales, el año de antigüedad de la empresa, o el tipo de tecnología utilizada, el análisis habría sido más extenso y completo. Asimismo, la limitada cantidad de datos disponibles representó otra restricción, ya que impidió realizar un análisis para cada tipo de residuo de forma individual. Por esta razón, los resultados ofrecen una visión general, pero no pueden profundizar en las particularidades de cada caso.

Referencias

Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (2024). Descripción general de los gases de efecto invernadero. Recuperado el 30 de octubre de 2024, de <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/descripcion-general-de-los-gases-de-efecto-invernadero>

- Albitar, K., Nasrallah, N., Hussain, K., & Wang, Y. (2024). *Eco-innovation and corporate waste management: The moderating role of ESG performance*. *Springer Link*, 63, 781–805.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s11156-024-01281-5>
- Arbulú, I. (2014). *The economics of municipal solid waste management in tourism destinations: the case of Mallorca*. Mallorca. *Universitat de les Illes Balears*.
<https://www.tdx.cat/handle/10803/145257?locale-attribute=es#page=1>
- Arroyo, F., Bravo, D., & Rivera, M. (2018). Economía Circular: Un Camino Hacia Un Quito Más Sostenible. *ResearchGate*, 3(11), 139-158.
https://www.researchgate.net/publication/331809141_Economia_Circular_Un_Camino_Hacia_Un_Quit_o_Mas_Sostenible
- Azqueta, D. (2002). *Economía ambiental* (Vol. 40). Madrid: McGraw-Hill profesional.
- Benavides, H., & León, G. (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. Bogotá: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Castelos, L. (2020). *Economía Circular y Residuos Plásticos Caso Directiva UE 2019/904*. Universidad del País Vasco.
https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/47870/TFG_LeireCastelosCuevas.pdf?sequence=4
- CEPAL N. (2021). *Economía circular en América Latina y el Caribe: oportunidad para una recuperación transformadora*. CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/5fceda72-3fed-4ace-bb87-5688547cf2f5/content>
- Chen, Q., Rasool, G., & Shahzad, A. (2023). *The usage of spatial econometric approach to explore the determinants of ecological footprint in BRI countries*. *Plos one*, 18(10), e0288683.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288683>
- Comisión Europea. (2014). *Reuse Is Key to the Circular Economy*.
<https://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-eco-innovation/experts-interviews/>
- Comisión Europea. (2020). *Categorisation System for the Circular*. Publications Office.
<https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ca9846a8-6289-11ea-b735-01aa75ed71a1>
- de Jong, A., & Mellquist, A.-C. (2021). *The Potential of Plastic Reuse for Manufacturing: A Case Study into Circular Business Models for an On-Line Marketplace*. *Sustainability*, 13(4).
<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/4/2007>
- Delacámara, G. (junio de 2008). *Guía para decisores: Análisis económico de externalidades ambientales*. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
<https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/9a1d88ba-312e-49e3-8d65-53ee76cb9294/content>
- European Environment Agency. (2021). *Emerging waste streams: Opportunities and challenges of the clean-energy transition from a circular economy perspective*. European Union.
<https://www.eea.europa.eu/publications/emerging-waste-streams-opportunities-and>
- Fanor, J. (2006). *Determinantes de la separación de residuos sólidos en la fuente: la evidencia de Puerto-Príncipe, Haití*. Obtenido de Universidad de los Andes:
<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/49e624f8-316c-4d7f-9435-82e1cd77593a/content>

- Farooq , M., Cheng , J., Khan , N., Ahmad , R., Kanwal, N., & Alipour , H. (2022). *Sustainable Waste Management Companies with Innovative Smart Solutions: A Systematic Review and Conceptual Model*. *Sustainability*, 14(20). <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/20/13146>
- Fuentes, N., Brugués, A., Osorio, G., Martínez, G., Pérez, R., Flores, C., & Valadez, A. (2017). Impactos económicos del cambio climático con base en un enfoque sistémico. *Revista de economía*, 34(89), 9-41. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2395-87152017000200009
- Fundación Naturalia. (2024). Ecuador y la gestión de residuos: Desafíos y oportunidades hacia un futuro sostenible. https://www.naturaliafundacion.org/residuos/ecuador-y-la-gestion-de-residuos-desafios-y-oportunidades-hacia-un-futuro-sostenible/?utm_source
- Galindo, L. M., & Samaniego, J. (2008). Economía del cambio climático. *Revista Cepal*. 69-96.
- Garabiza, B., Prudente, E., & Quinde, K. (2021). La aplicación del modelo de economía circular en Ecuador: Estudio de caso. *Revista espacios*, 42 (02), 222-237. <https://www.revistaespacios.com/a21v42n02/a21v42n02p17.pdf>
- Gaviria, N. (2023). La economía circular en la gestión de plásticos de un solo uso. Ibagué: Universidad Cooperativa De Colombia. Obtenido de <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/531418e9-ca3d-41b1-92d3c43d4f22cc17/content>
- Gómez, I. (2020). Desarrollo Sostenible. España: Elearning.
- Greenpeace. (2024). Cambio climático. *Greenpeace España*. Obtenido de <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/cambio-climatico/>
- Gull, A. A., Atif, M., Ahsan, T., & Derouiche, I. (2022). *Does waste management affect firm performance? International evidence*. *Economic Modelling*, 105932, 114. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S026499932200178X>
- Gutiérrez, M. d. (2013). Determinación y control de olores en la gestión de residuos orgánicos. Córdoba: Universidad de Córdoba. <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/11811/2014000000912.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hueso , A., & Cascant , J. (2012). Metodología y técnicas cuantitativas de investigación. Universidad Politécnica de Valencia.
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2022). Empresas. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Censos: <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/encuesta-de-informacion-ambiental-economica-en-empresas/>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2024). Guía de uso de la base de datos. Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Encuestas_Ambientales/EMPRESAS/2022/Guia_de_Uso_BDD_Modulo_Ambiental_ENESEM_2022_v1_0.pdf
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2023). Registro estadístico de empresas 2022 principales resultados. https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Economicas/Registro_Empresas_Establecimientos/2022/Principales_Resultados_R EEM%202022.pdf
- Joltreau, E. (2022). *Extended Producer Responsibility, Packaging Waste Reduction and Eco-design*. *Environmental and Resource Economics*, 83(3), 527-578. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10640-022-00696-9>

- López, J. F. (2020). Valor agregado bruto (VAB). Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/valor-agregado-bruto-vab.html>
- Man, Y. C. (2010). La economía ambiental. *Revista Estudios del Desarrollo*. No. 9.
- Manzur, M. I., Villalba, B., & Agricultura, M. d. (2008). Guía técnica de buenas prácticas: Recursos naturales agua, suelo, aire y biodiversidad. Obtenido de Ministerio de Agricultura: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/220881468023421751/pdf/E4118v20P0856201023020130Box374317B.pdf>
- Marcet, X., Marcet, M., & Vergés, F. (2018). Qué es la economía circular y por qué es importante para el territorio. Barcelona: Asociación Pacto Industrial de la Región Metropolitana de Barcelona. Obtenido de <https://www.pacteindustrial.org/wp-content/uploads/2018/02/Papel-del-Pacto-Industrial-4-Que-es-la-economia-circular-y-por-que-es-importante-para-el-territorio.pdf>
- Matos, J., Martins, C., & Simoes, R. (2024). *Circularity Micro-Indicators for Plastic Packaging and Their Relation to Circular Economy Principles and Design Tools*. *Sustainability*, 16(5), 2182. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/5/2182>
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición. (2023). Proyecto de gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva. https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2023/07/1.pdf?utm_source
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2017). Plan nacional de residuos sólidos no peligrosos desarrollado . https://www.ambiente.gob.ec/c1-plan-nacional-de-residuos-solidos-no-peligrosos-desarrollado/?utm_source
- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2022). Gestión de residuos sólidos y economía circular inclusiva (GRECI). https://www.ambiente.gob.ec/proyecto-gestion-integral-de-residuos-solidos-y-economia-circular-inclusiva-greci/?utm_source
- Mohamed, F. (2015). Evaluación de los impactos ambientales de una incineradora de residuos sólidos urbanos con recuperación de energía mediante el análisis de ciclo de vida. Málaga: Universidad de Málaga.
- Muller, P., & Fontrodona, J. (2021). Economía circular: Una revolución en marcha. Navarra: Cátedra CaixaBank de Responsabilidad Social Corporativa. Obtenido de Cátedra CaixaBank de Responsabilidad Social Corporativa: <https://www.iese.edu/media/research/pdfs/ST-0609.pdf>
- Naciones Unidas. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Palomino, A., & Huisa, V. (2021). Reutilización y reciclaje de residuos sólidos en economías emergentes en Latinoamérica: una revisión sistemática. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 13184-13202. Obtenido de <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1316/1800>
- Payne, J., Jones, M., & Mckeown, P. (2019). *A circular economy approach to plastic waste*. *Polymer Degradation and Stability*, 165, 170-181. Obtenido de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/333143279_A_circular_economy_approach_to_plastic_waste
- Pérez, M., Pérez, A. T., & Maspocho, M. L. (2024). Determinación de las emisiones indirectas de gases de efecto invernadero en fábricas de plásticos. *Chemical Technology*, 44 (2), 403-421.
- Piloto, C. (2024). Economía circular: beneficios y retos para las empresas e individuos. Obtenido de MIT Professional Education: <https://professionalprograms.mit.edu/es/blog/sostenibilidad/economia-circular/>
- Planet Andes . (s.f.). Provincias de Ecuador. Obtenido de Planet Andes : <https://www.planetandes.com/es/ecuador/provincias/>

- Raza, D., & Acosta, J. (2022). Planificación ambiental y el reciclaje de desechos sólidos urbanos. *Economía, sociedad y territorio*, 22(69), 519-544. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1405-84212022000200519&script=sci_arttext
- Rojas, E. (2022). Gestión de residuos sólidos y tratamiento de aguas residuales en la provincia de Casma - Ancash 2021. Obtenido de Universidad César Vallejo: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/80836>
- Romero, G. (2024). La gestión de residuos a escala global: presente y futuro. *Retema: Revista técnica de medio ambiente*, 37(256), 44-53. Obtenido de https://www.retema.es/articulos-reportajes/la-gestion-de-residuos-escala-global-presente-y-futuro?utm_source=chatgpt.com
- Ruiz, M. (2024). Gestión de residuos. Obtenido de BioSpace: https://www.biospace.es/gestion-de-residuos/?utm_source=chatgpt.com
- Salvador, A. (2004). Incineración de residuos sólidos urbanos. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <https://lc.cx/GQdkkB>
- Stiglitz, J. (2003). La economía del sector público (Vol. 24). Barcelona: Antoni Bosch Editor.
- Stock, J., & Watson, M. (2012). Introducción a la Econometría. Madrid: Pearson Educación.
- Sun, Y., Zhang, K., & Li, X. (2024). *The Impact of Environmental Protection Investment and Equity Balance Degree on Economic Performance and Eco-Autonomy: An Empirical Study of China's A-Share Listed Companies*. *Sustainability*, 16(17), 7581. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/17/7581>
- Sundarakani, B., & Younis, H. (2019). *The Impact of firm size, firm age and environmental management certification on the relationship between green supply chain practices and corporate performance. Benchmarking: An International Journal*, 27(1), 319-346. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/333855829_The_Impact_of_firm_size_firm_age_and_environmental_management_certification_on_the_relationship_between_green_supply_chain_practices_and_corporate_performance
- Terceiro, J. (2008). Economía del Cambio Climático. *Ministerio de Justicia*, 547-582. Obtenido de Anales de la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas: https://www.boe.es/biblioteca_juridica/anuarios_derecho/abrir_pdf.php?id=ANU-M-2008-10054700582
- Torri, S. (2017). ¿Qué es un relleno sanitario? Buenos Aires: Centro de Estudios y Desarrollo de Políticas Públicas. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Silvana-Torri/publication/319624681_Que_es_un_relleno_sanitario/links/59bbd53d458515e9cfc78e2c/Que-es-un-relleno-sanitario.pdf
- United Nations Environment Programme. (2024). *Global Waste Management Outlook 2024 - Beyond an age of waste: Turning Rubbish into a Resource*. Nairobi. Obtenido de https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/44939/global_waste_management_outlook_2024.pdf?sequence=3
- Vázquez, V. M. (2014). Externalidades y medioambiente. *Revista Iberoamericana de Organización de Empresas y Marketing*, 1, 1-15.
- Verhoef, E., Houwelingen, J., Dijkema, G., & Reuter, M. (2006). *Industrial ecology and waste infrastructure development: A roadmap for the Dutch waste management system. Technological forecasting and social change*, 73(3), 302-315. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162505000958>
- World Bank. (2018). *What a Waste 2.0: Trends in Solid Waste Management*. Obtenido de World Bank Group: https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html

WWF. (2021). Los costos para la sociedad, el medio ambiente y la economía del plástico. Las Vegas: Dalberg.
Obtenido de
https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/resumen_informe_plasticos_wwf_2021.pdf