

Mejoramiento de la gestión de empaques y envases a través de estrategias de economía circular en la industria de Antioquia



RETOS DE LA GESTIÓN CIRCULAR PARA EMPAQUES Y ENVASES

**¡EMPÁCALO
PARA QUE VUELVA!**

Anna Hyzabelh Marín Ortiz
Pablo Andrés Maya Duque
Gloria Lucía Ramírez Córdoba

María Isabel Vergara Zapata
Yessica Bastidas Villada
Fabián Gómez Loaiza



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**





**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

Autores:

Anna Hyzabelh Marín Ortiz
Ingeniera Industrial

Pablo Andrés Maya Duque
Docente Investigador

Gloria Lucía Ramírez Córdoba
Docente Investigador

Maria Isabel Vergara Zapata
Estudiante Ingeniería Industrial

Yessica Bastidas Villada
Estudiante Ingeniería Industrial

Fabián Gómez Loaiza
Estudiante Ingeniería Industrial

Grupo de investigación:

Analítica e investigación para la toma de decisiones
ALIADO
Departamento de Ingeniería Industrial
Universidad de Antioquia

Diseño y diagramación

Centro de Extensión
Facultad de Comunicaciones y Filología
Universidad de Antioquia

ISBN:

978-628-7652-55-2





Alianza Circular es un proyecto liderado por la Universidad de Antioquia y financiado por el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sistema General de Regalías en Colombia. La Alianza fue pensada para potenciar y crear sinergias reuniendo actores de la academia y la industria, generar y transferir conocimiento sobre la gestión de empaques y envases a través de estrategias de economía circular y aportar herramientas para la gestión y seguimiento en la innovación de productos, procesos, modelos de negocio y capital humano especializado en este sector.





Tabla de contenido

1. Introducción.....	8
2. Economía circular.....	10
3. Gestión de operaciones y cadena de abastecimiento para la economía circular.....	16
4. Estrategias circulares para la gestión de empaques y envases.....	18
5. Restos asociados a la gestión de operaciones y la cadena de abastecimiento de empaques y envases.....	28
6. Caracterización de retos logísticos.....	56
7. Conclusiones.....	66
8. Referencias.....	68

1. Introducción

Los empaques y envases son usados para contener y guardar productos con el fin de protegerlos o ayudar a preservarlos a la vez que facilitan su transporte y exhibición. Si bien en muchos casos son necesarios, los empaques y envases se han convertido en una fuente muy importante de contaminación y generación de residuos, donde su gestión efectiva implica una serie de retos políticos, económicos, tecnológicos, logísticos y de diseño que se abordarán en el presente documento.

En la Unión Europea se estima que cada persona genera cerca de 180 kg de residuos derivados de empaques y envases por año, lo que conlleva a que estos sean los causantes de cerca del 36 % de los residuos sólidos municipales. Adicionalmente, gran parte de los materiales vírgenes usados en la Unión Europea, 40 % de los plásticos y 50 % del papel, son destinados a empaques y envases. En Colombia, el panorama es similar pero la cantidad de desechos provenientes de empaques y envases que son llevados a vertederos o mal dispuestos en el ecosistema es probablemente mayor debido a que se tienen tasas menores de reciclaje y recuperación. En particular, respecto al uso de plásticos, principal material empleado para envases y empaques, en Colombia se ponen cada año en el mercado cerca de 700.500 toneladas. De estas, se recolectan cerca del 32 %, pero solo 3 % del material llega a una circularidad cerrada, es decir, que el envase y el empaque vuelven a ser envase y empaque (Rojas, 2023).

En los últimos años, la mayoría de los esfuerzos han estado enfocados en la reducción del peso y el contenido de material de los empaques, particularmente plásticos, y en el desarrollo de nuevos materiales. Sin embargo, existen grandes cantidades de empaques, como los de materiales compuestos, que aún no pueden ser gestionados por los sistemas de recolección y tratamiento actuales. Adicionalmente, la necesidad de cambios en la gestión de empaques y envases interactúa con tendencias de la industria como el comercio electrónico y la digitalización, lo que hace más complejo su abordaje. Los gobiernos han respondido a este reto implementando políticas como la responsabilidad extendida del productor o la regulación del uso de plásticos de único uso. En este contexto, han tomado relevancia las iniciativas con ideas disruptivas respecto al diseño de los empaques o el rediseño de las cadenas de abastecimiento considerando modelos de negocios circulares que minimizan la generación de residuos y fomentan el uso intensivo de los materiales.



2.

Economía circular

2. Economía circular

El modelo económico predominante en la actualidad, denominado modelo lineal, se sustenta principalmente en el uso de grandes cantidades de materiales y energía a bajo costo y de fácil acceso. En dicho modelo, se transforman materias primas a través de procesos que agregan valor a los productos, los cuales son vendidos para ser usados y al final de su vida útil ser desechados. Sin embargo, dicho modelo encuentra sus límites en la forma como se abastece de recursos que por naturaleza no son infinitos y en la forma en que hace uso de un espacio cada vez más limitado para disponer los desperdicios que se generan. Ante este panorama, la economía circular se presenta como una alternativa que se caracteriza por conservar los productos y materiales la mayor cantidad de tiempo posible dentro del sistema económico, disminuyendo la presión sobre la extracción de recursos y la cantidad de desperdicios a disponer, de manera que se contribuye al cuidado del medio ambiente reduciendo el consumo, el tiempo, las fuentes de energía y evitando el mal uso de los recursos.

2.1 Principios

La Ellen MacArthur Foundation, quien a través de diferentes investigaciones promueve la transición hacia la economía circular, señala tres principios que la caracterizan:

- I. Eliminar y reducir los desperdicios y emisiones presentes en las distintas etapas del ciclo de vida del producto desde su diseño, donde están los ahorros potenciales más altos, hasta su disposición final.
- II. Circular los productos, componentes y materiales manteniendo su máximo valor posible, favoreciendo para ello estrategias como el reúso, la remanufactura, la revalorización y el reciclaje.
- III. Regenerar el sistema de modo que se reduzca la extracción de materiales finitos y se conserven los sistemas naturales, de modo que los elementos y nutrientes retornen a la fuente y refuercen la restauración.

2.2 Antecedentes en Colombia

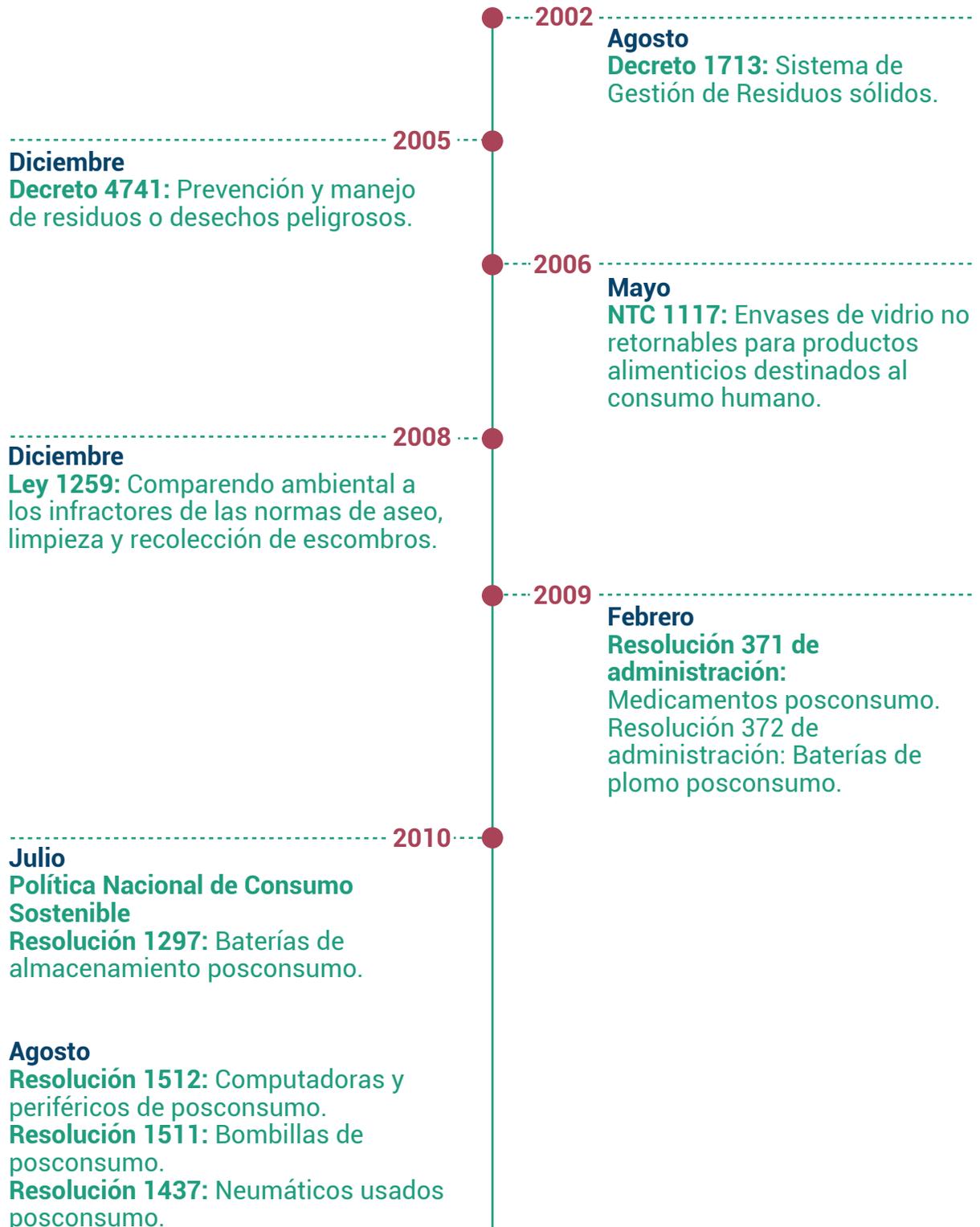
El modelo económico de la economía circular ha sido promovido en varios países, incluyendo Colombia, debido a sus beneficios económicos, ambientales y sociales. En Colombia, se han establecido normativas y políticas para fomentar la economía circular (figura 1). En el año 2009, se introdujeron planes de retorno de productos a la cadena de abastecimiento para medicamentos y baterías de plomo. En 2010, se implementó la Política Nacional de Consumo Sostenible y se establecieron sistemas de recolección selectiva de los residuos de pilas, computadores, bombillas y neumáticos usados. En 2013, se implementó el sistema de devolución de productos posconsumo de plaguicidas. En 2016, se menciona la economía circular en la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos, que busca la transición hacia un modelo de negocio circular. Finalmente, en 2018, se presentó la Estrategia Nacional de Economía Circular y se establecieron incentivos para promover la migración hacia un enfoque circular. Este enfoque continuará en el plan trazado por el gobierno para 2022-2026, que busca desarrollar la gestión de residuos enfocada en economía circular y el cierre de ciclos. En cuanto a la gestión de envases y empaques, en el año 2006 se crean las Normas Técnicas Colombianas NTC 1117, 3620 y 3642 que establecen todos los requisitos que deben cumplir los envases de vidrio que no sean retornables y vayan a ser destinados para consumo público, incluyendo los que son destinados a envasar bebidas refrescantes.

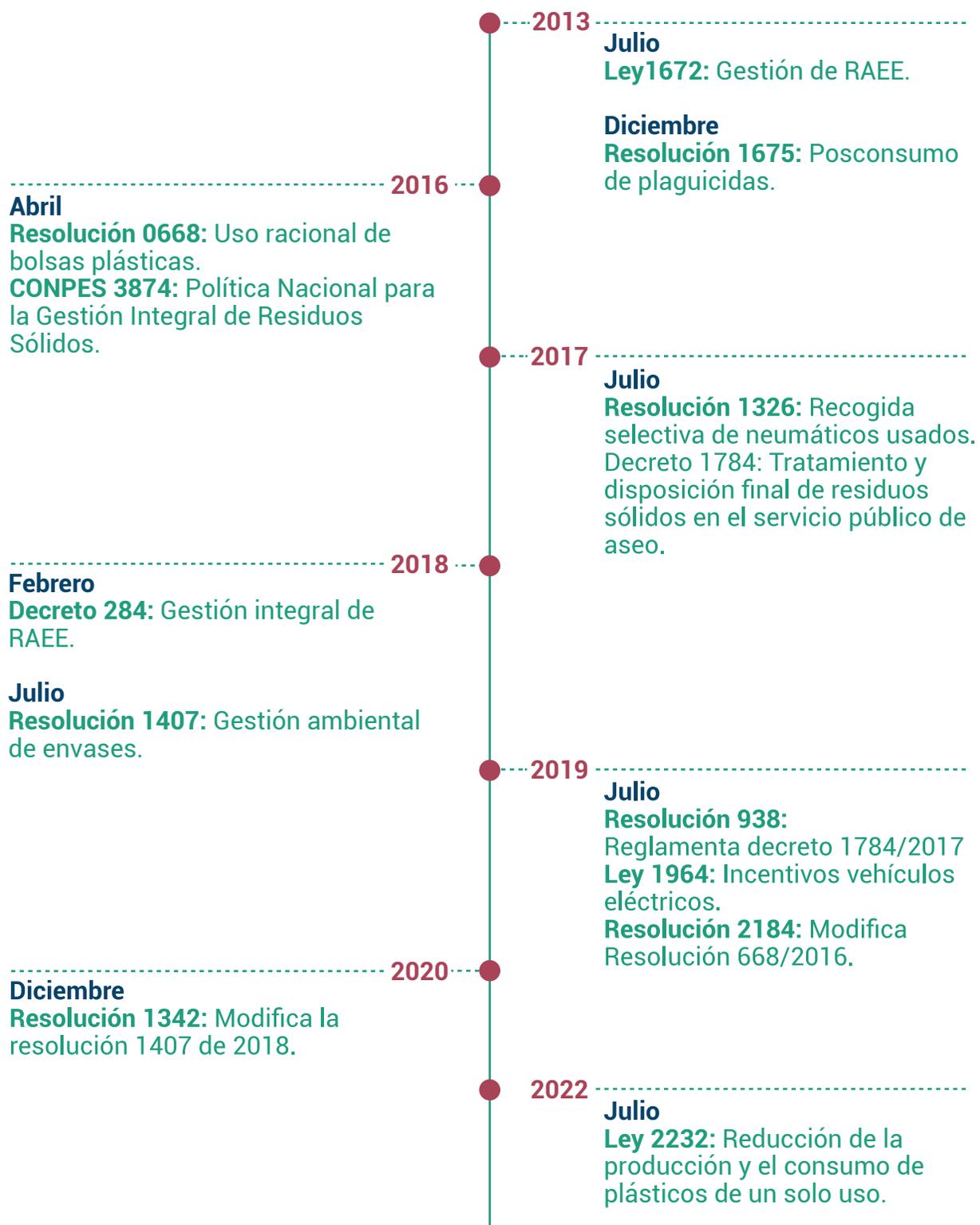
En los años 2018 y 2020 se dieron grandes avances en la gestión ambiental de empaques y envases mediante la reglamentación del modelo de responsabilidad extendida para este tipo de desechos (Resolución 1407 de 2018, modificada por la Resolución 1342 de 2020). Este esquema de política ambiental establece que los productores están obligados a mantener un plan actualizado de la gestión ambiental de sus residuos para su mayor aprovechamiento y reincorporación al ciclo productivo de la empresa, excluyendo los envases y empaques correspondientes a residuos peligrosos, fármacos, medicamentos y de materiales distintos al papel y cartón.

Por otro lado, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible publicó el Plan Nacional para su gestión sostenible, con el cual busca implementar un consumo responsable del plástico y de los recursos naturales, estableciendo metas de aprovechamiento mínimo del 25 % de productos plásticos hasta lograr llegar al 100 % de plásticos reciclables y reutilizables. Dicho plan se complementa con la Ley 2232 de 2022 que establece las medidas para que se disminuya de forma gradual la producción de plásticos de un sólo uso.

Figura 1

Marco normativo sobre economía circular y gestión de empaques y envases en Colombia









3.

Gestión de operaciones y cadena de abastecimiento para la economía circular

3. Gestión de operaciones y cadena de abastecimiento para la economía circular

La gestión de las operaciones y la cadena de abastecimiento es un elemento habilitante para la mayoría de las estrategias que acompañan la gestión circular de empaques y envases (Fennemann, et al., 2018; Montag, 2023). Las cadenas de abastecimiento circulares (CSC, por sus siglas en inglés) consideran dos tipos de flujos de recursos: el flujo hacia adelante de las materias primas cuando llega el producto al cliente y flujos de recursos circulares. Los flujos circulares pueden ser flujos inversos que involucran ciclos cerrados de productos (devoluciones), componentes de regreso a la organización en cuestión y disposición de materiales, así como flujos directos de ciclo abierto que soportan flujos en cascada de materiales a organizaciones fuera de la cadena de suministro lineal, es decir, alimentación hacia adelante de materiales, productos y componentes a procesos de producción externos a la organización (Batista et al. 2018a).

Además de proveedores-fabricantes-distribuidor-usuario/cliente, las CSC comprometen actores no tradicionales y complementarios. Los actores no tradicionales facilitan la implementación de la CSC, incluyen al gobierno, los centros académicos y de investigación y las ONGs y comunidades. Por su parte, los actores complementarios de la CSC comprenden a gestores de residuos quienes recolectan, clasifican, realizan cambios o agregan valor a los flujos de productos los cuales pueden ser agentes individuales (formales o informales) o empresas, además de transformadores y fabricantes que utilizan productos/materiales recuperados o enviados desde otras cadenas de suministro diferentes a su ciclo de producción (Nattasha et al. 2020; Sudusinghe et al. 2022).

Algunas de las características diferenciadoras, respecto a las cadenas de abastecimiento tradicionales, que caracterizan la gestión de la cadena de abastecimiento circular descritos por (Montag, 2023) son: (1) R-imperativos, que implementan una jerarquía de estrategias de retención circular, donde los ciclos de corto y mediano plazo deben ser favorecidos sobre los ciclos largos; (2) Ciclos restaurativos y regenerativos; (3) Marco de sostenibilidad que aborda la relación de la CSC con la sostenibilidad; (4) Enfoque en proponer, crear, entregar y capturar valor; (5) Pensamiento sistémico para comprender las complejas relaciones e interconexiones entre todos los actores involucrados en la cadena de suministro, así como las consecuencias de cada acción en la misma; y, (6) Cambio de paradigma tanto en la producción como en el consumo.



4.

Estrategias circulares para la gestión de empaques y envases

4. Estrategias circulares para la gestión de empaques y envases

El contexto definido por la implementación del modelo de responsabilidad extendida y la regulación a plásticos de único uso, dinamizan la necesidad de considerar estrategias circulares que contribuyan al cumplimiento de las obligaciones que este contexto impone.

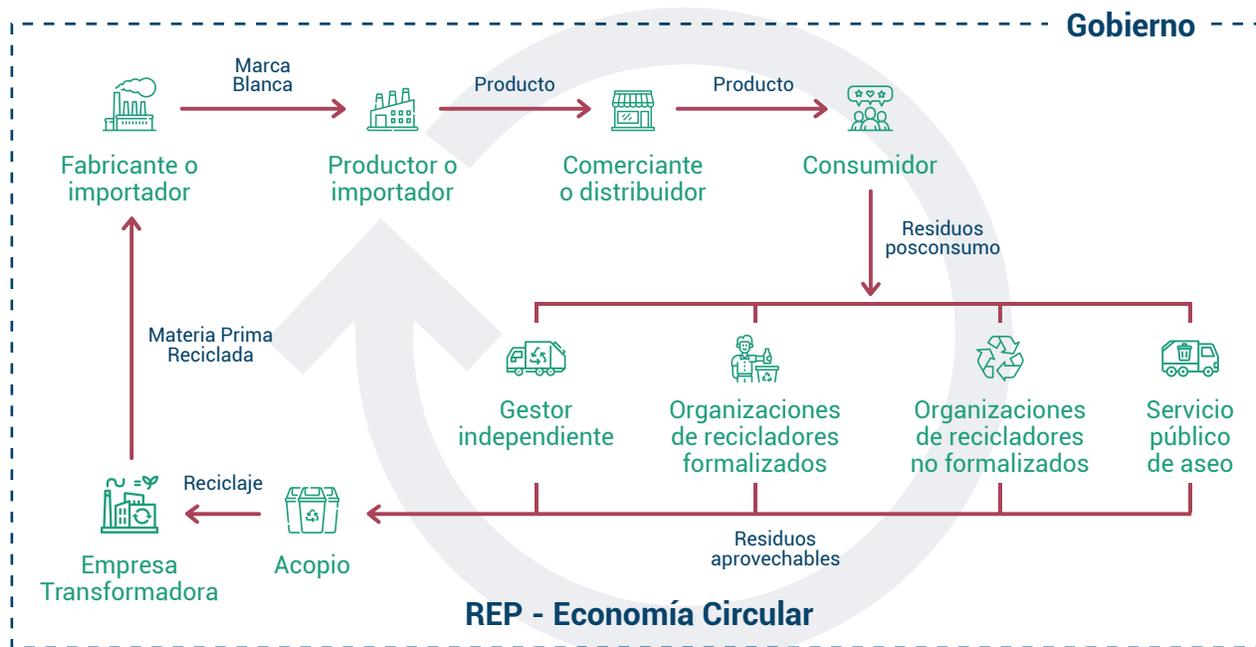
La Responsabilidad Extendida del Productor (REP), según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), implica que "la responsabilidad de un productor por el ciclo de vida de un producto se extiende a la etapa posterior al consumo" (CODS, 2021), es decir, que los productores son responsables de planear, organizar y financiar una gestión de residuos posconsumo, desde su recolección hasta su tratamiento, con el fin de extender su vida útil. Este marco de política ambiental tiene por objetivo:

1. Generar incentivos a los productores para que incorporen consideraciones medioambientales en el diseño de sus productos, procesos y servicios.
2. Desplazar la responsabilidad (física y/o económica; total o parcialmente) desde los entes territoriales hacia el productor.

En un sistema de REP para empaques y envases intervienen diferentes actores. Los más importantes se encuentran esquematizados en la figura 2. El gobierno es quien emite las bases normativas del sistema en el marco del cual los productores que llevan sus productos al consumidor final, diseñan y actualizan los planes de gestión, las estrategias de sensibilización y las alianzas que promuevan la gestión del final del ciclo de vida de sus productos. Los productores pueden abordar esta tarea de manera individual o colectiva a través de organizaciones de responsabilidad del productor (ORP) o planes colectivos que, con la financiación de las empresas, ayudan al colectivo de productores a cumplir con las metas de REP establecidas, debido a que algunos no tienen la capacidad logística y comercial para hacer frente a procesos de gran escala como la recolección de residuos.

Figura 2

Actores que intervienen en el sistema REP para empaques y envases



Adaptado de Cempre, 2018, p.11

Una vez que exista un empaque o envase posconsumo, éste deberá ser recolectado por un gestor, el cual en la mayoría de los casos se relaciona con colectivos de recicladores. En esta etapa se realiza una primera clasificación antes de que el material llegue y se agrupe en el centro de acopio, donde son direccionados para integrarse nuevamente a la cadena mediante procesos de transformación. En la etapa de transformación se emiten las certificaciones de material recuperado y/o aprovechado según los planes de gestión ambiental de residuos.

En el modelo de REP se identifican algunas estrategias de economía circular que están directamente relacionadas con la gestión de las operaciones y la cadena de abastecimiento, las cuales resultan de interés en este estudio, debido a que dan respuesta al principio de circularidad, éstas son: retornabilidad, recuperación y reciclaje. Adicionalmente, reconociendo el impacto que puede generar la regulación de plásticos, se abordará el estudio de la estrategia de recarga y venta a granel (refill) como respuesta al principio de eliminar y reducir.

4.1 Recarga y venta a granel

En esta estrategia el envase de un producto es rellenado una vez se consume el producto que contenía. El consumidor paga solamente por la recarga y no por un nuevo envase. La recarga o refill se enmarca en conceptos disruptivos de la economía circular como la desmaterialización y el producto como servicio. Es usualmente aplicable a productos en los que el empaque representa un porcentaje del valor del producto y cuyas características no los hacen susceptibles a contaminación cruzada que ponga en riesgo la salud del consumidor. Esto incluye la comercialización de productos de aseo doméstico y la venta a granel de semillas y granos, la cual consiste en ofrecer productos sueltos donde el consumidor elige la cantidad de producto que desea comprar, llevando su propio empaque o utilizando bolsas resistentes que usualmente son suministradas por las tiendas comercializadoras para su almacenamiento y transporte. Un elemento característico de este modelo es que el usuario o consumidor final está a cargo de la gestión del envase o empaque que usará, incluyendo esto actividades como el lavado y la inspección.

La recarga puede aplicarse sobre la marcha o en casa (Ellen MacArthur Foundation, 2019). En el primer caso (figura 3), el consumidor debe trasladarse a una tienda o punto de dispensación para hacer el rellenado del producto en el mismo envase que adquirió en la compra inicial del producto o en uno de su propiedad. En el segundo caso, el consumidor adquiere recargas o dispensaciones individuales, probablemente en concentraciones mayores o como componentes parciales del producto, para luego reenvasarlo en su localización (lugar de residencia) en un envase que adquirió en la compra inicial del producto o en uno de su propiedad (ver figura 4).

Figura 3

Recarga en punto de venta



Adaptado de Ellen MacArthur Foundation, 2019, p. 9

Figura 4
Recarga en casa



Adaptado de Ellen MacArthur Foundation, 2019, p. 8

4.2 Retornabilidad

Un envase retornable “es aquel que ha sido concebido, diseñado y comercializado para realizar múltiples circuitos o rotaciones a lo largo de su ciclo de vida” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020) con el fin de volverlo a utilizar sin afectar sus propiedades originales, generando una reducción de costos al evitar la fabricación de nuevos envases y la generación de residuos.

La estrategia de retornabilidad puede aplicarse sobre la marcha o en casa (Ellen MacArthur Foundation, 2019). En el primer caso, el usuario después de adquirir el producto en puntos de venta y consumirlo es quien devuelve los envases o empaques en tiendas o puntos de recolección que pueden ser máquinas de devolución o buzones, como se muestra en la figura 5. En el segundo caso, el productor entrega al cliente el producto y recoge en la puerta de su casa los envases y empaques posconsumo con el fin de volverlos a utilizar, como se esquematiza en la figura 6.

Figura 5
Retornabilidad en puntos de recolección



Adaptado de Ellen MacArthur Foundation, 2019, p. 11

Figura 6
Retornabilidad en casa



Adaptado de (Ellen MacArthur Foundation, 2019, p. 10)

Esta estrategia involucra usualmente instrumentos económicos como Depósito-Reembolso en el que se realiza un pago inicial (depósito) al momento de la compra asociado al valor del envase o empaque. Este valor se reembolsa total o parcialmente (reembolso) cuando se devuelve el envase o empaque del producto (OECD iLibrary, 2022). El proceso de retornabilidad comienza cuando los productores recolectan los envases y empaques sea en los puntos de entrega o directamente con el consumidor, con el fin de clasificarlos y someterlos a un tratamiento que permita que sean usados nuevamente. Luego, los envases son nuevamente rellenos y transportados a los comercializadores o tiendas para que, finalmente, lleguen al consumidor. Cuando los envases llegan al final de su vida útil, presentando signos aparentes de uso constante, son retirados del mercado y utilizados por la misma u otras empresas en algún otro de los modelos circulares del uso en cascada.

4.3 Reciclaje

Según la Ley 2232 de 2022, el reciclaje se refiere a la transformación de materiales aprovechables que, después de ser utilizados, son usados como materias primas en la manufactura de nuevos productos. Cuando estos materiales son sometidos a tratamientos fisicoquímicos o mecánicos, los nuevos productos pueden ser de la misma calidad que el material original, una calidad superior (upcycling) o una calidad más baja (downcycling).

El principal beneficio del reciclaje radica en la reducción de la periodicidad o velocidad en la que se cosechan y/o utilizan los recursos naturales, debido a la integración de productos con materiales ya existentes y a la reducción de los residuos que son enviados a los rellenos sanitarios. Sin embargo, en una economía circular, el reciclaje no debe considerarse como primera opción, puesto que lo más adecuado es la reducción o eliminación de productos contaminantes, seguido de su reutilización, ya que el reciclaje implica procesos industriales complejos con alto consumo de energía. En el caso de los envases y empaques de plástico, por ejemplo, la operación de reciclaje se dificulta, especialmente en actividades de clasificación y transformación, puesto que no todos los tipos de plástico se reciclan igual y su tratamiento y las propiedades de los productos obtenidos dependen del tipo de material que se recupera, materiales como el PET, HDPE y el PVC se reciclan fácilmente, mientras que el PS, PP y el LDPE son considerados mediana o difícilmente reciclables ya que pueden atascarse en las máquinas y son más difíciles y costosos de procesar (LeBlanc, 2020).

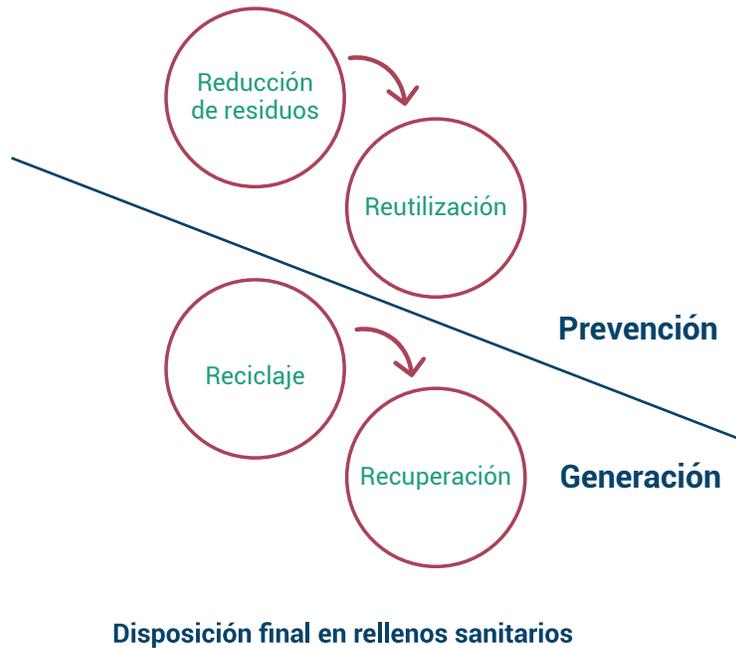
El reciclaje como estrategia considera como actores a los gestores y transformadores y/o aprovechadores. El gestor se encarga de la recolección y clasificación de los empaques y envases. En contextos como el colombiano, este proceso recae en recicladores que pueden estar formalizados o no y podrían constituir un eslabón más aguas arriba en la cadena del flujo inverso. La transformación generalmente abarca estrategias de valorización como la peletización, la cual requieren procesos de trituración, lavado, derretimiento y, por último, un procesamiento en gránulos para su posterior uso en la fabricación de nuevos productos. Algunas otras estrategias también permiten crear nuevos productos o generar valor a partir de los residuos.

4.4 Recuperación

La estrategia de recuperación responde al último ciclo de la economía circular que consiste en la valorización energética de los residuos que son difíciles de reciclar o no tienen en el mercado una demanda suficiente para la implementación de otras estrategias que respondan a los principios de eliminación, circulación y regeneración. Esta opción es utilizada con el fin de aprovechar la energía contenida en los residuos por medio de una incineración directa, gasificación o combustión controlada.

La recuperación tiene beneficios como la generación de energía térmica y eléctrica y la implementación de sistemas de recuperación de calor que maximizan la eficiencia energética. Sin embargo, es recomendable priorizar estrategias como la reducción (Recarga), la reutilización (Retornabilidad) y el reciclaje antes de recurrir a una recuperación (ver figura 7), puesto que puede no aprovecharse en su totalidad el potencial de los materiales y, además, se pueden generar emisiones que requieran un adecuado control en la calidad del aire y gestión de los residuos sólidos y líquidos resultantes de la combustión, siendo la opción menos deseable junto con la disposición final en los vertederos o rellenos sanitarios.

Figura 7
Prioridades para el tratamiento de residuos







5.

Retos asociados a la gestión de operaciones y la cadena de abastecimiento de empaques y envases

5. Retos asociados a la gestión de operaciones y la cadena de abastecimiento de empaques y envases

La puesta en práctica de las estrategias circulares descritas trae consigo retos y desafíos. En particular, se requiere analizar y dar solución a aspectos relacionados con la gestión de operaciones y la cadena de abastecimiento como elementos habilitantes de dichas estrategias. Los retos que implican las estrategias circulares de Retornabilidad, Reciclaje y Recuperación, se abordan en el marco de sistemas de REP, asociados al principio de circularidad, donde los dos últimos se plantean de forma conjunta debido a su similitud. Por su parte, los retos asociados a la estrategia de Recarga y venta a granel se abordan desde el principio de eliminación y reducción en el marco de políticas como la restricción de plásticos de único uso.

Los retos identificados se asocian a cinco ejes temáticos: políticos y normativos; económicos, tecnológicos, logísticos y de diseño.

5.1. Retos de política pública y marco normativo

Dentro del marco normativo que implican las obligaciones de REP y las estrategias de economía circular, hacen falta políticas públicas en algunos sectores específicos que faciliten el desarrollo del sistema, junto con planes de seguimiento que permitan su cumplimiento. La apropiación y adaptación de políticas exitosas en otros países y contextos es un camino que el marco político y normativo colombiano apenas comienza a recorrer.

En este eje temático se identifican los siguientes retos:

5.1.1. Política para el diseño del sistema de REP

Retos: Diseñar instrumentos de política pública y normativa que orienten el mercado generado por el sistema REP en torno a la gestión del material de empaque y envase

Descripción:

Para finales de 2022, en la autoridad ambiental colombiana (ANLA) se radicaron 276 planes de gestión de residuos de envases y empaques, 55 de ellos colectivos y de los cuales, 44 se encuentran operando a la fecha (Agencia Nacional de Licencias Ambientales, 2023). Si bien existen normativas y lineamientos en torno a la creación y seguimiento de estos planes, se deberá propender por un diseño del sistema en el que la forma de operación de los diferentes planes facilite el cumplimiento de las metas ambientales comunes en esta materia alcanzando las tasas de recuperación planteadas como país.

Justificación:

La Resolución 1407 de 2018 establece que todos los productores que pongan envases y empaques en el mercado deben tener un plan individual o adherirse a uno colectivo, en este sentido, podrían existir tantos planes colectivos como productores. Por lo tanto, un correcto diseño y organización de dichos planes permitiría una mejor cobertura y facilitaría la eficiencia en la trazabilidad y evaluación de los múltiples planes colectivos en el marco del cumplimiento de las metas de aprovechamiento de residuos de envases y empaques. Países referentes en la gestión de este tipo de materiales cuentan con sistemas con pocos actores, lo que ha demostrado facilitar su seguimiento y control, pero impone retos respecto al control de monopolios y concentración de poderes.

5.1.2. Política nacional de sustitución del plástico de único uso

Reto: Elaborar y poner en marcha una política nacional que reglamente la ley de plásticos de único uso

Descripción:

La Ley 2232 de 2022, que limita el uso de plásticos de único uso, establece una sustitución gradual de productos plásticos, tales como envases, empaques, bolsas, entre otros. La Ley establece medidas que deben ser objeto de reglamentación por parte del Gobierno Nacional, estableciendo plazos de aplicación que varían entre dos (2) y ocho (8) años para

algunos de sus articulados. Algunos de los instrumentos requeridos más importantes incluyen el Plan Nacional de Sustitución del Plástico de un solo uso, que proporciona planes de acción e iniciativas para fomentar su uso racional, y el reglamento técnico de etiquetado.

Aunque esta ley propone incentivos a las empresas productoras que trabajen en la sustitución de plásticos de un sólo uso y la adopción voluntaria de ecodiseños en los productos (Norma ISO 14006), aún no se tiene establecido qué tipo de incentivo se contemplará dentro de este marco normativo, y, adicionalmente, no se cuenta con lineamientos que establezcan beneficios para empresas que adopten estrategias circulares como es el caso de recarga y venta a granel o retornabilidad.

Justificación:

La elaboración de una Política Nacional que reglamente la ley de plásticos de único uso se hace necesaria, no sólo para controlar el cumplimiento de las metas de sustitución impuestas a los productores, sino también para velar por sus derechos en el establecimiento de la norma. Es necesario garantizar, por ejemplo, que los plazos propuestos para la sustitución de diferentes materiales no sean discriminatorios ni violen el derecho a la igualdad, obligando a algunos sectores a acelerar sus estrategias de sustitución en un término de dos años, mientras que otros sectores cuentan con un plazo más razonable de ocho años para realizar la adecuación de su actividad.

Una debida reglamentación de la ley garantizará además que se promueva la economía circular, la conservación de los recursos y la adopción de prácticas sostenibles que respalden tanto a los ciudadanos como a los productores.

5.1.3. Insuficiencia normativa

Reto 1: Estudiar la incorporación del principio de ecomodulación como parte de los esquemas de REP

Descripción:

Los esquemas REP para envases y empaques se basan en un sistema de tarifas que se asignan según el tipo de material (por ejemplo, plástico, papel, metal) y peso. La ecomodulación es un enfoque mediante el cual estas tarifas se informan y estructuran según consideraciones ambientales y objetivos políticos, considerando el "conjunto de aplicaciones tecnológicas (sostenibilidad, reparabilidad, reciclabilidad, entre otras) que favorecen el diseño ecológico de los productos mediante un incentivo económico para aquellos que son más recuperables y reciclables" (ECOLEC, 2020).

Justificación:

Según The Consumer Goods Forum, en sus Principios Rectores para la Ecomodulación de Tarifas REP para Empaques de 2022, se plantean dos características fundamentales del mecanismo de establecimiento de tarifas para cualquier sistema de REP:

Cada tipo de material debe pagar su propio camino, lo que significa que las tarifas de REP deben tener en cuenta el costo de recolectar y clasificar cada material para reciclarlo, con el fin de alcanzar los objetivos esperados, así como los ingresos o tarifas de entrada.

Los sistemas de REP deben operar con base en un costo neto, lo que significa que las tarifas de REP deben reflejar los ingresos generados por la venta de materiales para su reprocesamiento.

Las resoluciones 1407 de 2018 y 1342 de 2020 que reglamentan la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques no impone lineamientos sobre el tipo de material a recuperar en función del tipo de empaque o envase que se pone en el mercado. La ampliación de la normativa puede fomentar el ecodiseño de los empaques, favoreciendo a aquellos productores que ponen en el mercado materiales más fáciles de gestionar e implementando penalizaciones en el caso contrario.

Reto

Reto 2: Modernizar el marco normativo para promover y facilitar la implementación de estrategias circulares como la recarga y venta a granel en Colombia

Descripción:

Estrategias como la recarga y la venta a granel se enmarcan sobre el primer principio de la economía circular: Eliminar y reducir. Estas estrategias deberán aplicarse a productos específicos en los que sea posible realizar actividades de inspección, vigilancia y control (Circular Externa 4000-3616-18) para su posterior comercialización, de manera que se prevengan riesgos a la salud humana. Por tanto, es necesario examinar la normativa existente y, de ser posible, actualizarla, teniendo en cuenta los avances tecnológicos en materiales y las características particulares de los productos y los mercados actuales.

Justificación:

Las empresas que deseen implementar estrategias de recarga y venta a granel, deben acogerse a la normatividad enmarcada en las Decisiones 706 de 2008 y 721 de 2009, las cuales hacen referencia a las legislaciones en materia de productos de higiene doméstica y personal y a los requisitos que deben cumplir los establecimientos que fabrican dichos productos, de los cuales no es permitido el sistema de recarga y reutilización de envases en lugares de venta públicos o comercializadores (INVIMA, 2022), decisión respaldada por la Resolución 2154 de 2012. Adicionalmente, la Resolución 5109 de 2005 refiere que los alimentos a granel sólo podrán comercializarse si el recipiente o envase utilizado en la venta cumple con requisitos de rotulado, sin embargo, los alimentos que sean reenvasados o reempacados en presencia del consumidor, están exentos de dicho requisito.

Teniendo en cuenta importantes ventajas que brinda un sistema recarga como la reducción de CO₂ en un 49 % en promedio, el ahorro en el consumo hídrico al requerirse hasta siete (7) veces menos agua que la cantidad utilizada en la fabricación de un envase, la minimización del consumo de energía hasta en un 48 % y el incentivo a la economía local (Cozzolino

y Giovanni 2023), es importante contar con normativas y regulaciones actualizadas que permitan a las organizaciones adaptarse a los rápidos avances y cambios que presenta dicha estrategia para lograr casos de éxito, pues según la Ellen MacArthur Foundation, se estima que el 20 % de los envases de productos de consumo se pueden reemplazar por alternativas reutilizables, lo que ofrece una oportunidad comercial de hasta diez mil millones de dólares estadounidenses (World Wildlife Fund, 2022).

Reto

Reto 3: Implementar normativas que faciliten la aplicación de estrategias circulares como la retornabilidad

Descripción:

Las normativas de un sistema retornable deben ser claras, con objetivos y metas medibles, contener los requisitos necesarios para su aplicación e incluir incentivos económicos, con el fin de facilitar y motivar la adopción de esta estrategia por parte de los productores y hacer más sencilla su transición hacia la economía circular al fomentar la reutilización de envases. En el caso colombiano, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, adiciona en la Resolución 1342 de 2020, la definición de envase reutilizable y el indicador de eficiencia de retornabilidad para registrar el porcentaje de envases retornables recuperados. Sin embargo, es necesario complementar el marco normativo de modo que se fomente la implementación de esta estrategia de manera directa en sectores específicos, incluyendo metas, incentivos o requisitos.

Justificación:

La retornabilidad tiene beneficios ambientales y económicos al reducir progresivamente la huella de carbono debido a la generación de residuos de envases y empaques que pueden ser reintegrados en el ciclo de producción, al promover prácticas sostenibles a nivel industrial y al impactar significativamente en los costos de producción a largo plazo debido al ahorro en materia prima de nuevos empaques. La adopción de esta estrategia resulta prometedora en el contexto colombiano. Ejemplo de ello son las empresas que se encuentran moviéndose en ese camino y

han tenido éxito como es el caso de Bavaria, Natura Cosméticos y Coca-Cola, las cuales tienen implementado un sistema de retornabilidad basado en logística inversa. En consecuencia, para que más empresas tomen este camino de éxito, es necesaria la implementación de normativas precisas que incentiven su acogida en la industria colombiana.

Reto 4: Fortalecer planes de seguimiento al cumplimiento del marco normativo

Descripción:

Para el seguimiento al cumplimiento de las regulaciones que fomenten tanto la implementación de REP como estrategias de economía circular, existen entidades encargadas de su supervisión, tales como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la ANLA. Esta última, por medio de inspecciones y acompañamiento a las empresas, evalúa la recuperación de envases en relación a la cantidad total de envases producidos, la eficiencia de retornabilidad, la cantidad de productos diseñados con criterios de reciclabilidad y la capacidad de los productores para implementar prácticas y tecnologías innovadoras en el aprovechamiento de residuos.

Existe un marco normativo para fomentar la economía circular, así como la institucionalidad, en cabeza de la ANLA, donde se verifican los resultados de los planes de gestión, otorgando tanto incentivos como penalizaciones en el ejercicio de implementación de estrategias circulares (Ambientalmente, 2021). Sin embargo, en el actual gobierno, no existen lineamientos estratégicos de las políticas públicas, sistemas operativos o planes de acción que permitan realizar seguimiento y control constante al cumplimiento del marco normativo tanto para las organizaciones como para las entidades de control.

Justificación:

Fortalecer el seguimiento al cumplimiento del marco normativo permite un mayor control del desempeño, garantizando la efectividad y eficiencia de las regulaciones y un efecto directo en la transparencia del proceso, ya que permiten evaluar su impacto y hacer ajustes en caso de ser necesario.

En el contexto de la economía circular, los planes de seguimiento son especialmente importantes para asegurar que las empresas estén cumpliendo con sus objetivos de aprovechamiento y reciclaje de materiales, contribuyendo a la priorización de actividades y articulación institucional que transforme los sistemas de producción por medio de la circularidad, las innovaciones tecnológicas y la colaboración en nuevas estrategias de negocio.

5.1.4. Sistemas únicos de información

Reto: Diseñar un sistema único de información

Descripción:

Actualmente en Colombia no existe un sistema único de información que permita reportar y consultar los datos y estadísticas sobre el cumplimiento de las metas de recuperación y aprovechamiento. Cada plan de gestión ambiental de envases y empaques genera sus informes de actualización y avances con base en los formatos establecidos por la Resolución 1342 de 2020, los cuales son radicados a través de la plataforma VITAL (Ventanilla Integral de Trámites Ambientales) operada a través del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Dichos planes, son presentados anualmente por las empresas productoras o planes colectivos, y, es el ANLA quien se encarga de realizar la verificación de los documentos mediante radicados, número de expediente, nombre de la empresa, entre otros, para finalmente informar a la organización el cumplimiento o inconsistencias encontradas en sus planes de gestión y si requiere una visita técnica a los puntos de recolección o centros de acopio (ANLA, 2021). Sin embargo, los resultados sobre el cumplimiento o las inconsistencias encontradas en los informes no son divulgados y no se tiene acceso a información unificada sobre sistemas de indicadores y medición de resultados en el cumplimiento de las metas.

Justificación:

El diseño de una plataforma o sistema único de información que reúna y comparta de manera integrada los datos y estadísticas sobre la gestión de aprovechamiento y que éstos sean de dominio público, garantiza la transparencia y credibilidad del proceso. Además, fomenta la competencia entre empresas y permite, tanto a los planes colectivos y a las organizaciones que implementan estrategias circulares como a las entidades territoriales y organismos de control, realizar un debido seguimiento a los resultados obtenidos y esperados para el cumplimiento de la norma, que, con la disponibilidad y exactitud de la información, pueda lograrse una implementación exitosa del sistema y se facilite la toma de decisiones.

5.1.5. Formalización del sector del reciclaje

Reto: Incrementar el nivel de formalización de los recicladores

Descripción:

En Colombia, desde el año 2016 se comenzó a implementar la ruta de formalización de recicladores según los Decretos Nacionales 596 y 1345 de 2021, reconociéndose como prestadores de servicios de recolección y transporte de residuos, de manera que su integración se haga a través de organizaciones formales que les suministren la información para el cálculo de la remuneración por medio de las tarifas asociadas a la actividad de aprovechamiento. Dichas tarifas, se cobran actualmente en el servicio público de aseo de los municipios, por lo que si bien, no es obligatorio, es recomendable que dentro de la normatividad de REP se hagan alianzas con los recicladores en el rol de gestores, ahorrando la estructuración del plan de gestión en las etapas de recolección, transporte y clasificación de los residuos (Cempre, 2018).

De acuerdo con los instrumentos de planeación municipales y regionales, el registro de 25 municipios de Colombia muestra que el número de

recicladores de oficio es de aproximadamente 25.641, donde menos del 50 % se encuentran formalizados, evidenciando la falta de incentivos para que sean incluidos bajo figuras jurídicas formales y normativas que les evite exponerse a condiciones de trabajo indignas y en ocasiones peligrosas (Ortiz et al., 2022).

Justificación:

Cuando se cuenta con un sistema formalizado se garantiza, por una parte, que los recicladores tengan mejores y más seguras condiciones de trabajo con ingresos más altos y, para las empresas, se facilitan tareas como la trazabilidad al evitar que recicladores independientes vendan los residuos de empaques y envases que recolectan a centros de acopio o a pequeños, medianos y grandes compradores sin ningún tipo de registro. Adicionalmente, se tendrá mayor control logístico al tener definidos planes de rutas y zonas de recolección formales. También, los sectores formalizados tendrán mayor acceso a servicios financieros y oportunidades de desarrollo empresarial como factor motivacional para lograr dicha formalización.

5.2. Retos económicos

La adopción de estrategias circulares por parte de las empresas puede tener un impacto positivo en su viabilidad económica a largo plazo, ya que estas prácticas no solo reducen el consumo de recursos naturales y aumentan la eficiencia en su uso, sino que posibilitan nuevos modelos de negocio. Sin embargo, es importante tener en cuenta que su implementación puede presentar diversos desafíos y obstáculos económicos para las empresas como la implementación de incentivos, la optimización de los costos, el desarrollo de nuevos mercados y la caracterización de los residuos. A continuación se detalla cada uno de estos retos:

5.2.1. Viabilidad del modelo

Reto 1: Diseñar los sistemas de incentivos y sanciones en el marco de REP y las estrategias de economía circular

Descripción:

Los productores que decidan adoptar la estrategia de Retornabilidad y Recarga, así como los gestores de los programas REP encargados de la recolección de los envases, pueden decidir implementar incentivos para que los establecimientos y consumidores se motiven a devolver los envases retornables posconsumo, tales como:

1. Sistema de depósito: consiste en el pago de un depósito al momento de adquirir un producto en envase retornable, el cual, es devuelto al consumidor cuando éste regresa el envase al establecimiento.
2. Sistema de recompensas y puntos: en este sistema los consumidores obtienen beneficios como descuentos en futuras compras y acumulación de puntos redimibles en diferentes productos cuando realizan la devolución de envases retornables.
3. Sistema de alquiler: se refiere a aquellas empresas que alquilan empaques retornables de transporte como las canastas o contenedores, generalmente plegables, para distribuir diferentes productos a terceros. La empresa que alquila los envases retornables de transporte se encarga de su limpieza y desinfección después de la entrega del cliente.

El diseño de estos sistemas impone retos de carácter económico como la determinación de los valores de los depósitos y recompensas y la estructuración de alianzas entre establecimientos y marcas comercializadoras, de manera que la estrategia de devolución de envases sea atractiva con el fin de sobrellevar el costo de la operación y su gestión.

Justificación:

El diseño e implementación de un sistema de incentivos e impuestos adecuado es necesario para que todos los actores que participan en el proceso (fabricantes, transportistas, distribuidores y clientes finales) tengan interés no sólo en los materiales y diseños de los productos

que ponen en el mercado en términos de REP, sino también para que los envases y empaques retornen a los centros de tratamiento y llenado con un nivel de rotación aceptable. Sin el incentivo económico adecuado, es difícil que el cliente oriente de algún modo sus procesos para que los envases retornen adecuadamente tan pronto como quedan vacíos y el sistema funcione de manera correcta.

Reto

Reto 2: Optimizar costos logísticos y operativos¹

Descripción:

Según la Ellen MacArthur Foundation (2021), el proceso de recolección, clasificación y reciclaje de empaques y envases es más costoso que los ingresos generados por la venta de materiales reciclados, lo cual es aplicable a la mayoría de los tipos de empaques y envases en diversos contextos geográficos. En un estudio realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en 2018, que involucró a ocho organizaciones de recicladores en ciudades latinoamericanas, se estimaron los costos de recolección, selección y clasificación de residuos, revelando que en cinco casos los ingresos apenas superan los costos totales, y en otras tres ciudades los ingresos eran incluso menores a los costos totales (Correal y Laguna, 2018).

Los costos asociados a la implementación de estrategias circulares están asociados a actividades incluso en etapas tempranas de la transición del modelo, pues implica en algunos casos el rediseño de los procesos y las cadenas de abastecimiento (Hidrovo, 2019). Dicha transición requiere de inversiones en infraestructura, investigación y desarrollo, capacitación de personal y logística para recolectar, limpiar y reutilizar los envases, además de alianzas a lo largo de la cadena para reducir costos. Sin embargo, la implementación de las estrategias ofrece en el mediano y largo plazo un retorno a la inversión no solo por las nuevas oportunidades de generación

¹ Al respecto, se tiene el caso de la empresa Antioqueña Química Orión, quienes por más de 30 años han fabricado y distribuido productos para el aseo y desinfección a nivel nacional. Desde su compromiso con el medio ambiente y las prácticas circulares, implementaron un sistema de recarga que logró reducir costos al disminuir la cantidad de envases fabricados, aunque tuvieron incrementos adicionales debido al aumento de consumo hídrico y de insumos de desinfección y limpieza para realizar todo el proceso de saneamiento de los envases que iban a ser rellenados nuevamente. Esta iniciativa no fue exitosa ya que no tuvo la acogida esperada por el consumidor.

de valor que conllevan sino a través de la reducción de costos al demandar menor uso de materiales y requerimiento de disposición final de residuos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2019).

Justificación:

Las estrategias circulares requieren inversiones importantes en infraestructura, tecnología, maquinaria, equipos, logística, diseño de producto, entre otros, cada una de ellas en distintos horizontes de tiempo. Sin embargo, estas inversiones deben ser evaluadas dentro de una estructura de costos que evidencien los ahorros o beneficios que puedan generar en eficiencia de producción y transporte. La optimización de los costos permitirá no solo considerar aquellos que son tangibles sino los impactos positivos al medio ambiente, los ahorros asociados a la disposición final de residuos y a las penalidades por incumplimiento de la normatividad.

Reto 3: Desarrollar mercados para nuevos modelos de negocio

Descripción:

Las estrategias en las que se enmarca este estudio generan nuevos modelos de negocio para materiales y productos, requiriendo mercados en los que se haga uso de ellos para lograr que dichos modelos sean viables económicamente. Por ejemplo, en el contexto de las estrategias de recuperación y reciclaje, las iniciativas orientadas a plásticos flexibles multicapa se ven expuestas a desafíos técnicos en su procesamiento y a la falta de desarrollo de mercados que utilicen este material transformado, usándose generalmente en productos en el que su valor se pierde en gran medida y que no tienen la penetración suficiente para absorber la generación existente de este tipo de material. De manera similar, los empaques reutilizables hechos de materiales vegetales como la celulosa enfrentan problemas relacionados con los altos costos de producción y precios finales, que suelen ser mayores que los de los plásticos derivados

del petróleo. Además, la tecnología requerida para su transformación a menudo no está disponible en el país, haciendo el proceso costoso y dificultando su demanda y apertura en el mercado.

Las estrategias de retornabilidad y recarga también dependen del mercado que se genere en torno a la nueva oferta de valor. La primera de estas estrategias requiere de escalas de operación que hagan rentable las inversiones requeridas en infraestructura para operaciones como la recolección y el lavado. Por su parte, la estrategia de recarga requiere de la creación de una masa grande de consumidores con nuevos hábitos que adopten el nuevo modelo de negocio, como, por ejemplo, el caso particular de las almohadillas o pods de recarga (por ejemplo, de detergentes) cuya penetración en el mercado se ha visto obstaculizada por su adopción por parte de los usuarios (Meyersohn, 2022).

Justificación:

Las políticas públicas que incentiven la transición hacia una economía circular y la aparición de nuevos modelos de negocio permiten a las organizaciones identificar sus ventajas competitivas en nuevas ofertas de valor alineadas con esta transición. Sin embargo, el desarrollo de mercados para estas nuevas ofertas es crucial para su éxito, ya que si no hay mercado que demande en altos volúmenes, la oferta de valor de los nuevos modelos y los costos unitarios de producción del bien o servicio serán más altos. Es el caso de los materiales reciclados, ya que compiten de alguna manera con los materiales vírgenes, donde un incremento en el precio de estos últimos favorece la competitividad del sector del reciclaje (Mitchell, D. 2022), y algo similar sucede con los productos sustitutos o las ofertas de valor de los nuevos modelos, pero aprovechar esta ventaja requiere de mayores niveles de adopción y mercados más amplios.

Reto

Reto 4: Caracterizar la generación de residuos

Descripción:

En Colombia, la caracterización de los residuos se lleva a cabo cuando se actualizan los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) de cada municipio o región. Según la metodología prevista en la Resolución 754 de 2014, para conocer la futura generación de residuos de empaques y envases y la cantidad recolectada y aprovechada, dichos planes deberían ser actualizados, como mínimo, una vez al año y publicarse en la página web del municipio por un periodo de 15 a 20 días para su posterior aprobación (Minvivienda, 2022).

Sin embargo, son muy pocos los municipios que cuentan con un PGIRS vigente. En ocasiones, no es posible acceder a información pública de la gestión de residuos, ya que no está disponible o se encuentra desactualizada (Ortiz et al., 2022), y, a pesar de que existen estudios específicos para algunas ciudades, no existe una visión global actualizada que brinde información sobre cantidad, densidad o composición de los residuos de empaques y envases a nivel departamento o país. Esto desencadena serios vacíos en el reporte de aprovechamiento, pues dicha información debería ser alimentada o suministrada desde la gestión o línea base que construyen los planes colectivos.

Justificación:

La información detallada sobre la cantidad y composición de los residuos generados en distintas áreas es de vital importancia para el diseño de sistemas eficientes. Esto permite a las organizaciones y empresas planificar variables como la frecuencia de recolección, la capacidad de los vehículos, los costos y la eficiencia del servicio. Además, esta información facilita a las entidades de control el diseño de estrategias efectivas para la gestión de residuos de empaques y envases, adaptadas a las necesidades específicas de cada zona. Esto no solo promueve la gestión adecuada de los residuos, sino también la implementación exitosa de estrategias circulares.

5.3. Retos tecnológicos

La tecnología se ha convertido en un habilitador para la implementación de estrategias circulares en las organizaciones, sin embargo, su adopción implica un cambio en los procesos y la integración de soluciones digitales en la gestión de la cadena de abastecimiento. Por ende, aunque estas tecnologías pueden proporcionar importantes beneficios, también presentan una serie de retos y obstáculos que son abordados a continuación:

5.3.1. Equipos y recursos digitales

Reto 1: incrementar la adopción de tecnologías en maquinaria y equipos apropiados para los procesos productivos

Descripción:

En el marco de REP y específicamente para los centros de acopio y empresas transformadoras, la maquinaria y equipos especializados son fundamentales para el proceso de reciclaje de residuos y se definen de acuerdo con el material que se procesa. Las estrategias de recarga y retornabilidad, por ejemplo, requieren de tecnología apropiada para el tratamiento de los empaques y envases de modo que se cumplan los requisitos de higiene y seguridad que permitan el reúso de los mismos.

En el mercado existen diferentes tipos de tecnología para transformar y valorizar el residuo proveniente de empaques y envases, así como iniciativas para identificar las tecnologías y capacidades instaladas en el país (Acoplásticos, 2022). La meta de crecimiento en el aprovechamiento de los residuos de empaques y envases a través de las políticas REP y estrategias circulares asociadas requieren de un incremento en la tecnología disponible, de tal forma que se puedan gestionar mayores volúmenes de residuos. Tal es el caso de Enka, empresa en la que el incremento de sus instalaciones ha permitido la transformación de grandes cantidades de botella a botella o de residuos de empaques en nuevos empaques (Enka, 2023).

Justificación:

La implementación de estrategias que apunten al cumplimiento de REP y faciliten la transición hacia la economía circular, implica que las organizaciones realicen inversiones en maquinaria, equipos, capacitación y mantenimiento. La tecnología adecuada permitirá mejorar las operaciones de clasificación, limpieza, transformación y reutilización de los materiales. Actualmente, la transformación se centra principalmente en los procesos de extrusión y soplado, posiblemente debido a la rentabilidad de la adquisición de maquinaria en estas áreas en comparación con otras opciones de transformación. Sin embargo, se observa un aumento en la capacidad de transformación en el país y se esperan inversiones adicionales en este campo (Acoplásticos, 2022).

Reto 2: Apropiar herramientas tecnológicas para la gestión de operaciones

Descripción:

Debido a que el proceso de reciclaje en Colombia está conformado en gran parte por recicladores de oficio y que su labor se vuelve una tarea manual o artesanal, es vital la apropiación de herramientas, métodos y tecnologías que llegan con la transformación digital y que permitan gestionar de manera eficiente el material reciclado.

La implementación de tecnologías disruptivas de la industria 4.0 como el Internet de las cosas (IoT en sus siglas en inglés) y otras herramientas digitales propias de plataformas Smart Waste, se avizoran como habilitadoras de la eficiencia en la gestión de las operaciones de recolección, clasificación y tratamiento, permitiendo, por ejemplo, la optimización de rutas de recolección y la clasificación automática. Sin embargo, son pocas las organizaciones en Colombia que responden a los avances que están teniendo los sectores productivos de la economía a nivel internacional, ya que la mayoría de sus procesos logísticos consisten en la implementación de estrategias circulares limitadas.

Justificación:

La evidencia muestra que implementar tecnología en el reciclaje ayuda a aumentar las tasas de aprovechamiento, ya que las regiones con mayores tasas son las que más desarrollo e implementación de tecnología tienen en todas las partes del proceso (Ortiz et al., 2022). La apropiación de herramientas tecnológicas de la industria 4.0 y las herramientas digitales, son necesarias tanto en la gestión logística como en la administración de la cadena de abastecimiento para incrementar la eficiencia de la gestión de las operaciones en el marco de las estrategias circulares descritas.

5.4. Retos logísticos

Los retos logísticos en la implementación de estrategias circulares incluyen la gestión eficiente de los flujos de materiales y productos, la planificación de la demanda, la logística inversa y el establecimiento de sistemas de recolección y retorno efectivos. Superar estos desafíos requiere una planificación cuidadosa para el diseño de la red y de los procesos, la colaboración con diferentes actores de la cadena de abastecimiento y la implementación de sistemas adecuados de trazabilidad que garanticen la transparencia de los materiales y productos a lo largo de toda la cadena. Dichos retos se detallan a continuación:

5.4.1. Diseño de red

Reto 1: optimizar localización de infraestructura y capacidad

Descripción:

La base para diseñar cadenas de abastecimiento circulares es similar a la de las cadenas de abastecimiento convencionales, donde se requiere que en cada tipo de instalación en la cadena se tomen decisiones en cuanto a su función, ubicación y su asignación de la demanda y suministro. Para los productos circulares, esto también puede incluir centros de recolección, instalaciones de renovación, transformación y desmontaje (Beames et al., 2021).

En general, una instalación más grande y centralizada es más eficiente que instalaciones descentralizadas más pequeñas. La eficiencia lograda con instalaciones más grandes se puede describir como economías de escala. Sin embargo, la necesidad de ciclos cortos y economías regionales se ve favorecida por diseños descentralizados. El reto consiste en diseñar redes que encuentren un equilibrio entre la producción centralizada con economías de escala, por un lado, y la producción descentralizada y la minimización de los costos de transporte y los ciclos cortos por el otro.

Justificación:

Actualmente, no existen directrices, pero sí algunos lineamientos sobre las condiciones óptimas para la localización de infraestructura de lugares destinados a la gestión de residuos sólidos referentes a tamaño y capacidad (Departamento Nacional de Planeación, 2018). Los Planes de Ordenamiento Territorial, por ejemplo, mencionan aspectos importantes a tener en cuenta como el acceso a vehículos de gran tamaño, el acondicionamiento de las instalaciones de manera que pueda almacenarse material reciclable de forma clasificada y la zona de cargue y descargue en extensión igual o mayor al área construida.

Una incorrecta planificación de la infraestructura y la capacidad podría conllevar a escenarios en los que se desaprovechan las oportunidades de valorización de los residuos acudiendo a estrategias como la disposición final en vertederos y rellenos, situación que ya fue experimentada en ciudades colombianas (Chío, 2013).

Reto 2: Fomentar la colaboración logística

Descripción:

La logística colaborativa puede ser vertical cuando diferentes empresas gestionan diferentes etapas consecutivas en la cadena de abastecimiento, u horizontal cuando empresas, generalmente competidoras, comparten la infraestructura logística para reducir costos. También puede incluir la entrega de operaciones logísticas a una entidad independiente que

garantiza un funcionamiento óptimo de la cadena de abastecimiento sin compartir información operativa sensible (Beames et al., 2021).

En el contexto de la economía circular, la colaboración se enfoca principalmente en acciones verticales como compartir información, implementar incentivos y penalizaciones relacionados con la sostenibilidad y compartir responsabilidad en la recuperación de productos. La colaboración horizontal se da en mayor medida con el gobierno y otras partes externas, como instituciones académicas, para promover estándares de sostenibilidad más altos en las cadenas de abastecimiento (Sudusinghe y Seuring, 2022).

En la implementación de estrategias de economía circular como la recarga y venta a granel, así como el sistema de retornabilidad, se requiere la colaboración de actores en distintos eslabones, particularmente en relación directa con el consumidor final al requerir la devolución de los envases y empaques vacíos. Además, los productores pueden requerir apoyo de recicladores y centros de acopio para garantizar que la mayoría de envases y empaques vacíos retornen a la organización.

Justificación:

La colaboración en la cadena de abastecimiento es una parte clave para crear una economía circular. Al trabajar juntas, las empresas pueden reducir los residuos y aumentar la eficiencia, lo cual beneficia tanto al medio ambiente como a los resultados financieros. Lo anterior tiene mayor relevancia cuando las empresas no tienen la capacidad de cumplir con los planes de gestión y metas de aprovechamiento de manera individual y requieren una coordinación de utilización de transporte y almacenamiento entre proveedores y clientes para mejorar las rutas, cargas y tiempos logísticos, facilitando significativamente el flujo de los residuos de envases y empaques recuperados.

5.4.2. Diseño de procesos

Reto 1: optimizar el proceso de recuperación y el diseño de la red de transporte para empaques y envases

Descripción:

La Resolución 1407 de 2018 establece que los productores se encuentran en la obligación de recolectar los envases y empaques desde su fuente de generación e incluir, en sus planes de gestión, una descripción y localización de los mecanismos utilizados en la recolección de los residuos. Además, se deben generar campañas de sensibilización a los consumidores y actores que participan en el sistema sobre las diferentes estrategias de recolección.

El proceso de recolección se encuentra estrechamente relacionado con la logística de transporte, pues los empaques y envases requieren ser recolectados en los centros de acopio para ser trasladados a las plantas de transformación y aprovechamiento. Para ello es necesario establecer micro y macro rutas que deben seguir los vehículos recolectores de material, con el fin de asignar de manera eficiente los recursos físicos y humanos para que se logre una red productiva y competitiva.

Justificación:

El hecho de que actividades de recolección, clasificación y reciclaje de empaques y envases cuesten más que la venta de materiales reciclados (Ellen MacArthur Foundation, 2021), hace necesario que se optimice el proceso de recolección a través de gestores y recicladores de oficio. Los costos de transporte constituyen un rubro importante del costo de la operación de recolección, por lo que el diseño apropiado de las rutas evita sobrecostos e impacta sobre el margen de utilidad respecto al valor del material recuperado.

Este aspecto tiene relevancia también para las estrategias de recarga y retornabilidad que permitan la recirculación de envases con base en el compromiso del consumidor final. Un ejemplo de ello son los conocidos viajes redondos, los cuales logran obtener altos niveles de eficiencia en el viaje, ya que en el momento de la distribución a puntos comercializadores,

simultáneamente se realiza la recolección de los envases posconsumo para ser nuevamente utilizados.

Reto 2: Buscar eficiencia en la transformación de empaques y envases

Descripción:

El proceso de transformación de los residuos de empaques y envases varía según el tipo de material con el que son fabricados y el uso que se realice del material transformado. Estos pueden ser usados como materia prima para nuevos empaques y envases, en la fabricación de bienes como la madera plástica o en procesos de aprovechamiento alternativo tales como la recuperación energética y el coprocesamiento. En Colombia, existe un portafolio para las diferentes opciones de transformación (Acoplásticos, 2022), sin embargo, es necesario un mejor entendimiento de las capacidades instaladas y las potencialidades de transformación respecto al valor del producto generado, como de la capacidad de absorción de los volúmenes de generación.

De manera similar, se requiere optimizar las capacidades de los procesos de transformación asociados a estrategias como la retornabilidad y recarga, donde la limpieza y el reacondicionamiento de los empaques y envases es determinante para la viabilidad del modelo.

Justificación:

La planificación eficiente de las actividades de transformación desempeña un papel fundamental en la optimización de la cadena de abastecimiento. La adopción de herramientas tecnológicas, tanto aquellas disponibles en el mercado como aquellas específicas para las operaciones, y en cumplimiento con la normativa correspondiente, permiten no solo mejorar los costos, sino también aumentar la transparencia y confiabilidad en la gestión, garantizando que los residuos recuperados sean transformados de manera adecuada y certificados de acuerdo con los estándares requeridos.

5.4.3. Trazabilidad

Reto 1: definir y diseñar el sistema de seguimiento y trazabilidad

Descripción:

El marco regulatorio y los lineamientos gubernamentales para la gestión de empaques y envases no definen líneas claras de acción respecto a la apropiación tecnológica por parte de los gestores y transformadores. En particular, respecto al flujo de materiales, información y dinero es deseable la implementación de sistemas que permitan realizar seguimiento incorporando tecnologías de trazabilidad y etiquetado.

Para diseñar un sistema de trazabilidad efectivo, es importante considerar varios aspectos clave como: la capacidad de recopilación de información conectada a una unidad de rastreo, la profundidad y precisión de la información, la velocidad de comunicación de la información, y la fiabilidad de la información para garantizar la confiabilidad del sistema de trazabilidad en su conjunto (Rincón et al., 2017). Sin embargo, el costo de dicho sistema se encuentra directamente relacionado a la robustez de este, es decir, que cuantas más características tenga implementadas, más costoso será para la empresa.

Justificación:

Existe concordancia en que el uso de nuevas tecnologías, particularmente de trazabilidad como las etiquetas inteligentes, pasaportes de productos y el uso de blockchain, pueden contribuir a un mejor desempeño de las diferentes estrategias circulares. En particular en el sector de empaques y envases, la gestión de sistemas de responsabilidad extendida y estrategias como la retornabilidad se verían favorecidas por el uso de dichas tecnologías. Sin embargo, en la mayoría de los casos su apropiación es incipiente, por lo que hacen falta estudios y lineamientos que clarifiquen el camino para que tanto actores como productores, gestores, transformadores y a un nivel superior, planes colectivos, identifiquen el potencial que estas tecnologías tienen.

Reto

Reto 2: Gestionar el seguimiento y la trazabilidad de empaques y envases

Descripción:

Las empresas recolectoras, transformadoras y/o que implementan estrategias de economía circular como retornabilidad y recarga o venta a granel, operan sistemas de trazabilidad identificando los envases y empaques con códigos únicos o diferentes herramientas tecnológicas que permitan realizarles seguimiento. Sin embargo, dado que dichos sistemas implican una alta inversión inicial, si las organizaciones no lo tienen implementado, les será complejo el acceso y control de la información y las operaciones logísticas requeridas para dichas estrategias.

La gestión del sistema de trazabilidad y la información disponible puede generar impactos positivos en la eficiencia del sistema y transparencia en su operación, favoreciendo el cumplimiento de las metas establecidas.

Justificación:

La trazabilidad ha sido tema de discusión respecto a la implementación de la política de REP, donde ha sido reconocida como un elemento que contribuye a verificar el cumplimiento de las metas establecidas, la participación de todos los actores, el control y evaluación constante de los procesos y el suministro de información para la toma de decisiones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

Así mismo, el rol de la trazabilidad ha ganado importancia en la era de la digitalización, no simplemente como una intervención técnica, sino como herramienta de entrada a oportunidades como el estándar de datos abiertos, pasaportes digitales y el posicionamiento del blockchain, el internet de las cosas (IoT) y los rastreadores legibles, que permiten mejorar la visibilidad de la cadena de abastecimiento en cuanto a aspectos como la seguridad alimentaria (Ellsworth-Krebs et al., 2022).

Reto

Reto 3: Diseñar la estrategia de certificación con base al sistema de información

Descripción:

La expedición de certificación de residuos de envases y empaques aprovechados es un proceso a cargo de los productores. Según la Resolución 1342 de 2020, los productores deben reportar un informe anual de avances de acuerdo con la cantidad de material aprovechado que suministran las empresas de reciclaje o transformadoras, donde se verifica el cumplimiento de los criterios de seguimiento y control establecidos en la gestión de empaques y envases.

En la resolución 1408 de 2018 se especifica que la inscripción de las transformadoras debe hacerse ante la autoridad ambiental competente o perteneciente a cada región, y que ésta debe reportar a la ANLA el cumplimiento de los requisitos ambientales para garantizar que las certificaciones sean asignadas a los colectivos correspondientes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020). Sin embargo, en la Resolución 1342 de 2020 no se hace referencia al proceso de seguimiento a dichas organizaciones, por lo que la trazabilidad de las certificaciones emitidas no es usualmente de fácil acceso por parte de productores salvo que se establezcan contratos que incluyan la entrega de informes y auditorías periódicas que aseguren la veracidad de la información.

Justificación:

La certificación de aprovechamiento es fundamental para que las autoridades ambientales realicen el debido control e inspección del proceso al agrupar datos sobre las actividades de recolección y transporte, tipo de residuo, cantidad recolectada, periodo, datos del generador, entre otros, según el formato único establecido en la Resolución 472 de 2017. Además, dicha certificación se convierte en una herramienta para la trazabilidad y transparencia del servicio prestado entre la empresa que

emite el documento y la empresa que genera los residuos, lo cual es un factor importante para la toma de decisiones que involucran actores políticos y de la industria en temas relacionados a ajustes de metas en un futuro próximo (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

5.5. Diseño

El diseño de empaques y envases es un aspecto fundamental en la implementación de estrategias circulares, donde se hace necesario planear y diseñar los empaques y envases de manera que sean más sostenibles y faciliten su reutilización y reciclaje. Sin embargo, el proceso de diseño circular de empaques y envases conlleva desafíos a considerar como la optimización en todo su ciclo de vida.

5.5.1. Optimización de empaques

Reto: optimizar el diseño de empaques y envases

Descripción:

En la Resolución 1407 de 2018, se motiva a los productores a que, en sus planes de gestión de residuos, inviertan en investigación para el desarrollo de ecodiseños en sus productos. El diseño de empaques y envases es complejo debido a que debe generar un producto que sea eficiente en costos y que, además, cumpla con el desempeño esperado, sean industrializables, atractivos al consumidor y sostenibles con un uso óptimo de recursos y una mínima generación de impactos ambientales.

Desde el punto de vista de la gestión de operaciones y la logística, el principal mecanismo para impactar a través del diseño del empaque es la estandarización, la cual se refiere al proceso de establecimiento de normas, especificaciones y criterios comunes para el diseño, fabricación y uso de diferentes tipos de envases en un portafolio amplio de productos. En este caso, una efectiva estandarización y diseño de la logística inversa en el control de envases y empaques, permitirá tener un mayor y mejor manejo de la información, los indicadores y la integración de los procesos asociados a la logística, tales como el transporte y la trazabilidad de los envases.

Justificación:

Según la empresa española Envaplaster, la fase de diseño de envases y empaques puede impactar los procesos logísticos y ambientales en un 80% (Envaplaster, 2021), donde la estandarización en empaques y envases promueve la interoperabilidad y facilita la comparación y selección de productos para los consumidores. También, contribuye a la sostenibilidad al establecer criterios para la reducción de residuos, el uso eficiente de materiales y la promoción de prácticas ambientalmente responsables en el diseño y fabricación de envases.

Coca-Cola FEMSA, por ejemplo, ha liderado estrategias de estandarización en el diseño de envases retornables. En Colombia, han lanzado botellas universales que pueden ser rellenadas y etiquetadas en varios circuitos con diferentes productos, reduciendo así el uso de plástico virgen. Según Coca Cola, el 23 % de su portafolio utiliza estos envases diseñados para el retorno, lo que les permite ofrecer un ahorro de hasta el 20 % al consumidor cuando éste devuelve el envase y realiza una segunda compra (Caicedo, 2023).



6.

Caracterización de retos logísticos

6. Caracterización de retos logísticos

Con el fin de dimensionar mejor el potencial y requerimientos de implementación que suponen los retos identificados en la sección anterior, se propone su caracterización respecto a seis criterios:

- **Impacto ambiental:** considera el potencial de los retos en la reducción de residuos, el cual puede significar un impacto alto, medio o bajo resultante de las medidas implementadas en la gestión de empaques y envases.
- **Viabilidad técnica:** se refiere a la evaluación de la factibilidad y capacidad en la implementación de tecnología e infraestructura disponible para abordar cada reto específico, donde se evalúa si dichas capacidades se encuentran disponibles en el país (nivel alto), si existen, pero no se encuentran disponibles (nivel medio) o si no existen actualmente (nivel bajo).
- **Inversión en recursos:** se refiere a los costos que requiere la implementación de los retos identificados, donde se evalúa en cada categoría cuáles costos son altos implicando una inversión significativa, medios si requieren una inversión intermedia o bajos cuando representan una inversión relativamente baja.
- **Horizonte de implementación:** considera el número de años necesarios para llevar a cabo las acciones requeridas y lograr mejoras significativas en la gestión de empaques y envases. Dicho horizonte se clasifica en corto plazo (menos de un año), mediano plazo (entre uno y cinco años) y largo plazo (superior a cinco años).
- **Intersectorialidad:** hace referencia a la colaboración y participación de diferentes actores necesarios para abordar eficazmente los desafíos logísticos en la gestión de empaques y envases, los cuales pueden requerir más de tres actores involucrados para el nivel alto, entre dos y tres actores en el nivel medio o un solo actor involucrado supondría un impacto bajo.
- **Adaptabilidad:** con este criterio se evaluará si los retos tienen potencial de ser implementados en el contexto colombiano en un nivel alto, teniendo en cuenta que en diferentes países son casos de éxito o existe suficiente evidencia para que lleguen a serlo, en un nivel medio si dicha evidencia existe pero es difícil la implementación en Colombia y en un nivel bajo cuando no existe evidencia para concluir que puede ser exitoso en el país.

6.1 Política pública y marco normativo

Figura 8

Caracterización de retos de política pública y marco normativo en la gestión de envases y empaques

	Impacto ambiental			Viabilidad técnica			Inversión en recursos			Horizonte de implementación			Intersectorialidad			Adaptabilidad			
	Potencial de reducción de residuos			Capacidades disponibles			Costos de implementación			Tiempo en años			Número de actores			Potencial de implementación			
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	
POLÍTICA PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE REP																			
1. Diseñar instrumentos de política pública y normativa que orienten el mercado generado por el sistema REP en torno a la gestión del material de empaque y envases	X			X			X				X			X			X		
POLÍTICA NACIONAL DE SUSTITUCIÓN DEL PLÁSTICO DE ÚNICO USO																			
1. Elaborar y poner en marcha una política nacional que reglamente la ley de plásticos de único uso	X			X			X				X			X			X		
INSUFICIENCIA NORMATIVA																			
1. Estudiar la incorporación del principio de ecomodulación como parte de los esquemas de REP		X		X				X		X				X				X	
2. Modernizar el marco normativo para promover y facilitar la implementación de estrategias circulares como la recarga y venta a granel en Colombia	X			X				X			X			X			X		
3. Implementar normativas que faciliten la aplicación de estrategias circulares como la retornabilidad	X			X				X			X			X			X		
4. Fortalecer planes de seguimiento al cumplimiento del marco normativo	X			X					X	X						X		X	
SISTEMAS ÚNICOS DE INFORMACIÓN																			
1. Diseñar un sistema único de información		X		X			X				X			X			X		
FORMALIZACIÓN DEL SECTOR DEL RECICLAJE																			
1. Incrementar el nivel de formalización de los recicladores	X			X				X				X	X				X		

Como se observa en la figura 8, la implementación de los retos asociados a la política pública y el marco normativo en Colombia, tienen en su mayoría un impacto alto en la reducción de residuos ya que abordan prácticas más sostenibles y aspectos clave de su gestión. Además, existen altas capacidades disponibles en el país para abordar estos desafíos, aunque requieran de planificación e inversión. Los costos de implementación se encuentran en diferentes niveles, desde altos para instrumentos de política y normativas, hasta medios para la modernización normativa y la formalización de recicladores. Sin embargo, dichos costos pueden variar en función de las características específicas de cada implementación, donde el tiempo requerido para ello varía desde el corto plazo para algunos desafíos, hasta mediano a largo plazo para otros, considerando procesos de consulta, diseño, aprobación y puesta en marcha de las políticas y normativas, así como la necesidad de ajustar marcos normativos existentes. La mayoría de los retos requieren una intersectorialidad media, ya que, por lo general, debe existir colaboración entre empresas, entidades del gobierno y en algunos casos proveedores o ciertos actores de la cadena. Por último, Colombia muestra un alto potencial de implementación en varios aspectos, respaldado por casos exitosos en otros países, exceptuando algunos retos donde se considera que, si bien existe evidencia para implementarlos con éxito, se pueden requerir análisis exhaustivos y un nivel de dificultad mayor.

6.2 Economía

Los principales resultados obtenidos para el contexto colombiano, indican que existen oportunidades altas para abordar los retos de reducción de residuos de empaques y envases mediante el diseño de sistemas de incentivos y sanciones, la optimización de costos logísticos y operativos, el desarrollo de mercados para nuevos modelos y la caracterización de la generación de residuos. Estos enfoques promueven prácticas sostenibles, el cambio hacia estrategias circulares y el desarrollo de políticas efectivas. Se cuenta con capacidades de infraestructura y tecnología en diferentes niveles, ya que, si bien existe una disponibilidad aceptable, en algunos casos pueden requerirse recursos adicionales para abordarlos de manera efectiva. Los costos de implementación varían según cada reto dependiendo de las características específicas de cada implementación y de su alcance, siendo medios para el diseño de sistemas y la optimización de costos, altos para el desarrollo de mercados y bajos para la caracterización de la generación de residuos.

La implementación abarca diferentes horizontes de tiempo, requiriendo un periodo de tiempo mayor el desarrollo de mercados, ya que se debe educar a los consumidores, establecer alianzas estratégicas y fomentar la innovación en los modelos de negocio. La intersectorialidad se considera de media a alta, requiriendo la participación de múltiples actores en diferentes escenarios, y, además, existe un alto potencial de implementación, a pesar de los desafíos que pueden surgir en su aplicación en el contexto colombiano (ver figura 9).

Figura 9

Caracterización de retos económicos en la gestión de envases y empaques

	Impacto ambiental			Viabilidad técnica			Inversión en recursos			Horizonte de implementación			Intersectorialidad			Adaptabilidad			
	Potencial de reducción de residuos			Capacidades disponibles			Costos de implementación			Tiempo en años			Número de actores			Potencial de implementación			
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	
VIABILIDAD DEL MODELO																			
1. Diseñar los sistema de incentivos y sanciones en el marco de REP y las estrategias de economía circular	X				X			X			X			X			X		
2. Optimizar costos logísticos y operativos		X		X				X			X			X			X		
3. Desarrollar mercados para nuevos modelos de negocio	X				X		X				X		X					X	
4. Caracterizar la generación de residuos	X			X					X				X			X			

6.3 Tecnología

En Colombia existen oportunidades para abordar los retos de reducción de residuos de envases y empaques mediante la adopción de tecnologías en maquinaria y equipos adecuados, así como la apropiación de herramientas tecnológicas de la industria 4.0 y herramientas digitales para la gestión de operaciones. Según describe la figura 10, estas medidas tienen un potencial medio-alto en la reducción de residuos y pueden mejorar la eficiencia y calidad de los procesos. En cuanto a la viabilidad técnica, se cuenta con capacidades disponibles, aunque pueden requerir adaptaciones y mejoras específicas para optimizar su aplicación en el contexto colombiano. Los costos de implementación son mayores en la apropiación de herramientas tecnológicas debido a que se requieren sistemas y software avanzados, así como la capacitación y actualización del personal. La implementación de estos retos requeriría un plazo medio, entre uno y cinco años, ya que se requiere la identificación de tecnologías y herramientas adecuadas y la adaptación de los procesos existentes. La intersectorialidad es nivel medio y alto, implicando la actuación de fabricantes de maquinaria o empresas proveedoras de tecnología, productores, gobierno y demás entidades que impulsen su adopción. Existe un alto potencial de implementación respaldado por casos exitosos en otros países, lo que puede generar mejoras significativas en la industria de envases y empaques en Colombia.

Figura 10

Caracterización de retos tecnológicos en la gestión de envases y empaques

	Impacto ambiental			Viabilidad técnica			Inversión en recursos			Horizonte de implementación			Intersectorialidad			Adaptabilidad		
	Potencial de reducción de residuos			Capacidades disponibles			Costos de implementación			Tiempo en años			Número de actores			Potencial de implementación		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO
MAQUINARIA Y RECURSOS DIGITALES																		
1. Incrementar la adopción de tecnologías en maquinaria y equipos apropiados para los procesos productivos		X			X			X			X			X		X		
2. Apropiar herramientas tecnológicas para la gestión de operaciones	X			X			X				X		X			X		

6.4 Logística

Los principales resultados resumidos en la figura 11, indican que existen oportunidades para abordar los desafíos relacionados con envases y empaques en Colombia. Se considera que medidas como la optimización de infraestructura, la recuperación y transformación de envases, la eficiencia en la operación logística, el diseño de sistemas de trazabilidad y la gestión del seguimiento, tienen un potencial medio-alto en la reducción de residuos, sin embargo, su impacto real dependerá de factores como la disponibilidad de recursos, la planificación adecuada y la implementación efectiva de dichas medidas.

Colombia cuenta con capacidades disponibles en infraestructura y tecnología, aunque pueden requerirse mejoras y adaptaciones específicas más complejas como herramientas de análisis geoespacial, modelos de optimización e inversiones en infraestructura. Por otra parte, en su mayoría, los costos de implementación son medios debido a que, aunque se requiere inversión, no suelen ser tan altos como otros retos, incluyendo el diseño e implementación de sistemas de trazabilidad. Se estima que el horizonte de implementación requiere un mediano plazo considerando aspectos como la complejidad de cada desafío, la planificación y la implementación de cambios, a excepción de uno de los retos que puede requerir más tiempo para la negociación, establecimiento de políticas y alianzas entre diferentes actores de la cadena. La intersectorialidad es considerada media. Mientras que el potencial de adaptabilidad es alto, pues existe evidencia de éxito en otros países. Sin embargo, su implementación puede ser desafiante debido a la necesidad de contar con una infraestructura adecuada y la colaboración de múltiples actores.

Figura 11

Caracterización de retos logísticos en la gestión de envases y empaques

	Impacto ambiental			Viabilidad técnica			Inversión en recursos			Horizonte de implementación			Intersectorialidad			Adaptabilidad		
	Potencial de reducción de residuos			Capacidades disponibles			Costos de implementación			Tiempo en años			Número de actores			Potencial de implementación		
	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO
DISEÑO DE RED																		
1. Optimizar localización de infraestructura y capacidad		X			X			X			X			X				
2. Fomentar la colaboración logística	X			X		X		X				X	X			X		
DISEÑO DE PROCESOS																		
1. Optimizar el proceso de recuperación y el diseño de la red de transporte para envases y empaques	X			X				X			X			X				
2. Buscar eficiencia en la transformación de envases y empaques		X		X				X			X			X		X		
TRAZABILIDAD																		
1. Definir y diseñar el sistema de seguimiento y trazabilidad	X			X			X				X			X			X	
2. Gestionar el seguimiento y la trazabilidad de envases y empaques	X			X				X			X			X		X		
3. Diseñar la estrategia de certificación con base al sistema de información		X		X				X		X	X				X	X		

6.5 Diseño

Figura 12

Caracterización de retos de diseño en la gestión de envases y empaques

Impacto ambiental			Viabilidad técnica			Inversión en recursos			Horizonte de implementación			Intersectorialidad			Adaptabilidad				
Potencial de reducción de residuos			Capacidades disponibles			Costos de implementación			Tiempo en años			Número de actores			Potencial de implementación				
ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO	CORTO PLAZO	MEDIANO PLAZO	LARGO PLAZO	ALTO	MEDIO	BAJO	ALTO	MEDIO	BAJO		
OPTIMIZACIÓN DE EMPAQUES																			
1. Optimizar el diseño de empaques y envases			X			X			X					X			X		

Al diseñar empaques y envases de manera más eficiente y sostenible, se puede reducir la cantidad de material utilizado, promover la reutilización y reciclabilidad, y minimizar la generación de residuos, razón por la cual su potencial es alto (figura 12). Por su parte, Colombia cuenta con capacidades en infraestructura y tecnologías disponibles como software de diseño y simulación que permiten crear empaques y envases más eficientes y sostenibles. Los costos y tiempos de implementación se consideran altos ya que pueden requerir inversiones en investigación y desarrollo, pruebas de prototipos, capacitación, cambios en la cadena de abastecimiento y tiempo para realizar análisis de viabilidad, pruebas piloto, ajustes y la adopción generalizada de los nuevos diseños en la industria. Por último, es probable que la implementación requiera la colaboración entre empresas de empaques y envases, diseñadores de productos, y posiblemente instituciones académicas o entidades gubernamentales que facilitarían una adaptabilidad alta teniendo en cuenta que en diferentes países se ha logrado optimizar el diseño de empaques y envases, mejorando la eficiencia en la cadena de abastecimiento y promoviendo la economía circular.





7.

Conclusiones

7. Conclusiones

Este estudio ha descrito algunos de los retos que se enfrentan en la implementación de estrategias de economía circular para empaques y envases en Colombia con énfasis en aquellos que conciernen la gestión de las operaciones y la cadena de abastecimiento. Si bien existe un portafolio amplio de estrategias de economía circular aplicables a la gestión de empaques y envases, este estudio se ha concentrado en tres de ellas: rellenado, retornabilidad y reciclaje. Las estrategias escogidas están principalmente orientadas por los lineamientos trazados para este sector en la política pública en Colombia, particularmente el establecimiento del sistema de responsabilidad extendida del productor respecto a empaques y envases y la regulación a los plásticos de único uso.

Los retos identificados se caracterizan de acuerdo con diferentes criterios que permiten dar claridad respecto al alcance, posibles impactos y oportunidades que representan. Este mapa de retos y su caracterización constituye una hoja de ruta para la investigación y estudio de la gestión de las operaciones y la cadena de abastecimiento de empaques y envases. Algunos de dichos retos serán abordados en etapas posteriores del proyecto que define la Alianza Circular, mientras que otros se señalan con el ánimo de ser considerados para su estudio por parte de otros actores o proyectos interesados en la temática.

Ahora, es el momento de reflexionar y actuar, invitando al lector a convertirse en un agente de cambio, a pensar en soluciones innovadoras y a colaborar en la construcción de un futuro donde los envases y empaques cierren el ciclo y se conviertan en verdaderos protagonistas de la economía circular en Colombia.

¡Empaquemos juntos para que vuelvan!



8.

Referencias

8. Referencias

Acoplásticos. (2022). Crecimiento del reciclaje de residuos plásticos en Colombia 2019-2021. https://www.plas-tic.org/files/informes/encuesta_crecimiento_reciclaje_plasticos-2022.pdf

Acoplásticos. (2022). Informe estadístico. https://www.plas-tic.org/files/informes/informe_transformadores_de_plastico_medellin_1.pdf

Agencia Nacional de Licencias Ambientales. (2023). Informe GRI 2022. <https://www.anla.gov.co/images/documentos/informes/2023-01-31-anla-gri-2022f.pdf>

Agencia Nacional de Licencias Ambientales. (2021). Manual seguimiento ambiental a los planes de gestión ambiental de residuos de envases y empaques de papel, cartón, vidrio y metal. https://ct.anla.gov.co/gespro/reportes_pdf/vista_publicada?vs=1620247011

Ambientalmente. (15 de julio de 2021). Obtén incentivos tributarios por las estrategias de economía circular. <https://ambientalmente.com/obten-incentivos-tributarios-por-las-estrategias-de-economia-circular/>

Batista, L., Bourlakis, M., Smart, P. y Maull, R. (2019). Business models in the circular economy and the enabling role of circular supply chains. *Operations Management and Sustainability: New Research Perspectives*. 105–134. DOI:[10.1007/978-3-319-93212-5_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-93212-5_7)

Beames, A., Claassen, G.D.H. y Akkerman, R. (2021). Logistics in the Circular Economy: Challenges and Opportunities. En: Rezaei, J. (eds) *Strategic Decision Making for Sustainable Management of Industrial Networks. Greening of Industry Networks Studies*, vol 8. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-55385->

2_1

Caicedo, E. (03 de abril de 2023). Coca-Cola crea una botella retornable universal para frenar los residuos. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/coca-cola-crea-una-botella-retornable-universal-para-frenar-los-residuos-756144>

Cempre. (26 de julio de 2018). El abcd de la resolución 1407 de 2018. <https://drive.google.com/file/d/1906OQtAla8iqPRK0ehs72UpillxG7UII/view?usp=sharing>

Chío, J. (20 de julio de 2013). En Bucaramanga se enterraron 30 toneladas de reciclaje por falta de espacio. Vanguardia. <https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/en-bucaramanga-se-enterraron-30-toneladas-de-reciclaje-por-falta-de-espacio-DAVL217150>

Correal, M., y Laguna, A. (2018). Estimación de costos de recolección selectiva y clasificación de residuos con inclusión de organizaciones de recicladores: Herramienta de cálculo y estudios de caso en América Latina y el Caribe [Archivo PDF]. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/viewer/Estimaci%C3%B3n-de-costos-de-recolecti%C3%B3n-selectiva-y-clasificaci%C3%B3n-de-residuos-con-inclusi%C3%B3n-de-or>

Cozzolino, A., y De Giovanni, P. (2023). Portfolios of sustainable practices for packaging in the circular economy: an analysis of Italian firms. The International Journal of Logistics Management, 34(7), 24-49. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJLM-03-2022-0132/full/pdf?title=portfolios-of-sustainable-practices-for-packaging-in-the-circular-economy-an-analysis-of-italian-firms>

Departamento Nacional de Planeación. (2018). Lineamientos para la construcción de estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos - ECA. <https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/13.11.2018-ECAS-Lineamientos>

[V2-ajustado-3.pdf](#)

ECOLEC. (2020). Francia da un paso más en la Responsabilidad Ampliada del Productor. <https://ecolec.es/greenblog/sin-categoria/francia-da-un-paso-mas-en-la-responsabilidad-ampliada-del-productor/>

Ellen MacArthur Foundation. (2019). Reuse: Rethinking Packaging. <https://ellenmacarthurfoundation.org/reuse-rethinking-packaging>

Ellen MacArthur Foundation. (2021). Extended Producer Responsibility: a necessary part of the solution to packaging waste and pollution. <https://emf.thirdlight.com/file/24/Nh4L9FbNpqPTjtNhOJMNAzR910/Extended%20Producer%20Responsibility%20-%20Statement%20and%20Position%20Paper.pdf>

Ellsworth-Krebs, K., Rampenb, C., Rogers, E., Dudley, L. y Wishartc, L. (2022). Circular economy infrastructure: Why we need track and trace for reusable packaging. Sustainable Production and Consumption 29. 249-258 <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.10.007>

Enka. (2023). Enka lanza su nueva planta de reciclaje de PET botella a botella, posicionándose como una de las cinco más grandes del mundo. <https://www.enka.com.co/noticias/enka-lanza-su-nueva-planta-de-reciclaje-de-pet-botella-a-botella-posicionandose-como-una-de-las-cinco-mas-grandes-del-mundo/>

Envaplaster. (2021). El ecodiseño y su importancia en los envases plásticos. <https://www.envaplaster.com/el-ecodisen-y-su-importancia-en-los-envases-plasticos/>

Fennemann, V., Hohaus, C., y Kopka, J. P. (2018). Moving in circles: Logistics as key enabler for a circular economy. <https://doi.org/10.24406/IML-N-502288>

Hidrovo, A. B. (2019). Economía Circular: ¿Más de lo mismo?. <https://economiasur.com/2019/01/economia-circular-mas-de-lo-mismo/>

Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos (INVIMA). (2022). Envase y acondicionamiento de productos de higiene doméstica y/o cosméticos ("refill"). <https://www.invima.gov.co/web/guest/envase-y-acondicionamiento-de-productos-de-higiene-domestica-y/o-cosmeticos-refill>

LeBlanc, R. (23 de noviembre de 2020). An Overview of Plastic Recycling. LiveAbout. <https://www.liveabout.com/an-overview-of-plastic-recycling-4018761>

Meyersohn, N. (2022). ¿Por qué los Tide Pods parecen dulces?. CNN en español. <https://cnnespanol.cnn.com/2022/07/16/por-que-los-tide-pods-parecen-dulces-trax/>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). Estrategia Nacional de Economía. https://www.andi.com.co/Uploads/Estrategia%20Nacional%20de%20Econ%20m%20ia%20Circular-2019%20Final.pdf_637176135049017259.pdf

Resolución No. 1342. [Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible]. Por la cual se modifica la Resolución 1407 de 2018 y se toman otras determinaciones. 24 de diciembre de 2020. https://www.cancilleria.gov.co/sites/default/files/Normograma/docs/resolucion_minambienteds_1342_2020.htm

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2022). Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Minvivienda.gov.co. <https://minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/gestion-institucional/gestion-de-residuos-solidos/planes-de-gestion-integral-de-residuos-solidos>

Mitchell, D. (2022). El reciclaje de plástico gana competitividad: expectativas para 2022. Portafolio. <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/reciclaje-de-plastico-gana-competitividad-expectativas-para-2022-560858>

Montag, L. (2023). Circular Economy and Supply Chains: Definitions, Conceptualizations, and Research Agenda of the Circular Supply Chain Framework. *Circ.Econ.Sust.* 3, 35–75. <https://doi.org/10.1007/s43615-022-00172-y>

Nattassha, R., Handayati, Y., Simatupang, T. M., y Siallagan, M. (2019). Actors, Collaboration, and Interaction Mechanisms in Supply Chain for Circular Economy: A Literature Review. En *Proceedings of the International Conference of Business, Economy, Entrepreneurship and Management (ICBEEM 2019)*, 587-597. <https://www.scitepress.org/Papers/2019/99637/99637.pdf>

OECD. (2022). Perspectivas globales del plástico. <https://www.oecd.org/espanol/noticias/perspectivas-globales-del-plastico.htm>

Ortiz Zamora, A. F., Rodríguez Lesmes, P. A., Gutiérrez, L. H. y Rodríguez, M. A. (comps.). (2022). *Reciclaje inclusivo: hacia una economía circular en Colombia*. Editorial Universidad del Rosario. <https://doi.org/10.12804/urosario9789587849653>

Rincón B., D. L., Fonseca Ramirez, J. E., y Orjuela Castro, J. A. (2017). Hacia un Marco Conceptual Común Sobre Trazabilidad en la Cadena de Suministro de Alimentos. *Revista Ingeniería Universidad Distrital Francisco José de Caldas*, 22(2), 161-189. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=498853956002>

Rojas, T. (09 de marzo de 2023). Pacto por los Plásticos en Colombia: acelerando la economía circular del plástico. <https://www.plastico.com/es/noticias/pacto-por-los-plasticos-en-colombia-acelerando-la-economia-circular-del-plastico>

Sudusinghe, J., y Seuring, S. (2022). Supply chain collaboration and sustainability performance in circular economy: A systematic literature review. *International Journal of Production Economics*, 245. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2021.108402>.

Sudusinghe, J. I., Felipe A. de L., Stefan S., y Andrea G. 2022. "Conceptualizing Circular Supply Chains – A Theory Building Approach". The Palgrave Handbook of Supply Chain Management 1–20.

The Consumer Goods Forum. (2022). Guiding Principles for the Ecomodulation of EPR Fees for Packaging [Archivo PDF]. <https://www.theconsumergoodsforum.com/wp-content/uploads/2022/02/Guiding-Principles-for-the-Ecomodulation-of-EPR-Fees-February-2022.pdf>

World Wildlife Fund. (2022). Buscan menos plástico en supermercados con sistemas de refill. <https://www.wwf.org.ec/?374910/Buscan-menos-plastico-en-supermercados-con-sistemas-de-refill>



Mejoramiento de la gestión de empaques y envases a través de estrategias de economía circular en la industria de Antioquia

RETOS DE LA GESTIÓN CIRCULAR PARA EMPAQUES Y ENVASES

¡EMPÁCALO
PARA QUE VUELVA!



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**