



ELLEN MACARTHUR
FOUNDATION

ENVASES FLEXIBLES A BASE DE PAPEL

**El potencial de estas
soluciones para ayudar a
abordar la contaminación
por plásticos flexibles
de pequeño formato
en mercados con altas
tasas de fuga**

ÍNDICE

00	RESUMEN EJECUTIVO	5
01	ENVASES DE PAPEL DISEÑADOS RESPONSABLEMENTE: UNA HERRAMIENTA VALIOSA EN UNA ESTRATEGIA MÁS AMPLIA DE ECONOMÍA CIRCULAR	11
02	LOS ENVASES FLEXIBLES DE PAPEL TIENEN POTENCIALES BENEFICIOS, LIMITACIONES Y RIESGOS	16
03	SEIS CRITERIOS FUNDAMENTALES PARA UN ENVASE FLEXIBLE DE PAPEL DISEÑADO DE MANERA RESPONSABLE	24
04	CERRANDO LAS BRECHAS: LAS INNOVACIONES NECESARIAS	32
05	QUÉ SE NECESITA PARA AMPLIAR EL USO DE LOS ENVASES FLEXIBLES DE PAPEL DISEÑADOS DE MANERA RESPONSABLE	36
	APÉNDICE	39

POR QUÉ ESTE INFORME

Abordar el problema de los residuos y la contaminación de los envases de plástico flexible es esencial para resolver la contaminación por plásticos. La década de trabajo de la Fundación Ellen MacArthur en este reto, que culminó con la Agenda 2030 para las empresas sobre los plásticos, lo identifica como uno de los tres principales obstáculos sistémicos para lograr una economía circular y frenar la contaminación por plásticos. Abordar esta cuestión es una prioridad máxima para muchos actores del sector.

A medida que aumenta el interés por los envases flexibles de papel como solución, también surgen importantes preguntas sobre sus ventajas, riesgos y limitaciones, así como sobre qué intervenciones pueden acelerar el desarrollo y la implantación de dichas soluciones de manera beneficiosa.

CÓMO PRETENDE CONTRIBUIR ESTE INFORME

Este informe ofrece una visión y unas pautas sobre el rol que podrían desempeñar los envases de papel en la lucha contra la contaminación por plásticos flexibles de pequeño formato en mercados con altas tasas de fuga. Establece una línea de actuación sobre cuándo y en qué condiciones el papel puede contribuir, junto con otros enfoques.

También establece lo que se necesita para hacer realidad la visión y las medidas de protección en la práctica, incluyendo vías para acelerar la innovación en el diseño, la producción y el abastecimiento responsables, y medidas por parte de las empresas y los formuladores de políticas para poner en marcha sistemas de protección.

Las conclusiones se basan en las amplias aportaciones y los conocimientos especializados de una extensa gama de actores estratégicos. Más de 60 expertos de ONG, marcas, fabricantes de envases de papel y plástico y académicos contribuyeron con sus conocimientos. La investigación de la Coalición de Acción contra los Residuos Plásticos del Foro de Bienes de Consumo ha servido de base para este trabajo, respaldado por una revisión técnica específica sobre compostabilidad y biodegradabilidad realizada por Normec OWS. La Fundación Ellen MacArthur ha sintetizado estas aportaciones junto con su propia investigación y análisis de campo. Esta amplia participación ha contribuido a garantizar que las conclusiones reflejen una amplia base de perspectivas industriales y científicas, que reúne conocimientos sobre deforestación, gestión de residuos, productos químicos peligrosos, el sector informal de los residuos, biodegradabilidad e innovación en materia de envasado en todo el mundo.





ALCANCE DE ESTE INFORME

Este informe se centra en los envases flexibles de pequeño formato en mercados con altas tasas de fuga, donde el impacto de los envases plásticos flexibles es más grave y las oportunidades más significativas. Por envases flexibles a base de papel nos referimos a aquellos fabricados principalmente a partir de un sustrato celulósico, ya sea derivado de madera o no madera, y a menudo combinados con características de rendimiento como recubrimientos, laminados, aditivos, adhesivos y tintas.

Los residuos plásticos flexibles son un problema mundial, pero la naturaleza del desafío —y las soluciones necesarias— varía mucho según el contexto. En algunos países, los envases flexibles se recogen en gran medida, pero suelen acabar incinerados, en vertederos o exportados;¹ en otros, las bajas tasas de recogida y la mala gestión generalizada de los residuos dan lugar a altos niveles de fuga al medioambiente. En los mercados con altas tasas de fuga, donde los recolectores informales de residuos desempeñan un papel fundamental en los sistemas de recuperación de residuos, el bajo valor de los envases de pequeño formato hace que rara vez se recojan y que a menudo contaminen el medioambiente. Muchos de estos mercados son países de ingresos medios-bajos a medios-altos, donde la demanda de envases flexibles está aumentando rápidamente.² Las bolsitas, en particular, son muy populares en estos mercados, ya que los consumidores las valoran por su comodidad, bajo costo y facilidad de almacenamiento.

Los mercados con sistemas de recolección formales y menores índices de fuga no forman parte del alcance de este informe. Cualquier uso de materiales alternativos en estos mercados debe considerarse con el mismo escrutinio y los mismos estándares elevados.

El análisis se centra en los envases flexibles de pequeño formato, de tamaño A5 o inferior, como sobres, envoltorios, bolsas y pequeñas bolsas tipo almohada.

Examina los envases primarios, de empresa a consumidor (B2C),³ que constituyen una gran parte de la contaminación por envases.⁴ Estos formatos se utilizan habitualmente para productos de uso diario, como aperitivos, dulces, champú, aceite de cocina, café y leche.

El informe no prescribe ninguna opción concreta a nivel empresarial, de producto, de segmento de consumidores o de país. En su lugar, ofrece principios rectores para respaldar la toma de decisiones caso por caso, que deben adoptarse con una considerable participación de las partes interesadas locales, reconociendo que los resultados dependen en gran medida del diseño de los envases, los sistemas locales de gestión de residuos y el contexto social y económico. Todavía están surgiendo pruebas en varias áreas. Por lo tanto, el informe pretende ser un punto de partida más que una guía definitiva, y acogemos con satisfacción cualquier investigación adicional específica sobre el contexto.

Todos los materiales de embalaje deben estar sujetos a un nivel equivalente de escrutinio y a normas estrictas. Aunque este informe se centra en los envases flexibles de papel, cualquier otro material debe evaluarse con normas igualmente estrictas para garantizar que se aprovechen sus posibles ventajas y se mitiguen activamente los riesgos asociados.

Los envases flexibles de papel tienen el potencial de ayudar a combatir una de las fuentes más problemáticas de contaminación por envases de plástico: los envases flexibles de pequeño formato en mercados con altas tasas de fuga.

Para hacer frente a este reto se necesitan múltiples herramientas. El papel puede ser una de ellas importante, pero solo si se “diseñan de manera responsable”, para evitar sustituir un conjunto de problemas por otro.

Están surgiendo innovaciones prometedoras, pero aún no existen envases de papel que cumplan estos requisitos en la escala, el costo y el rendimiento necesarios. Por lo tanto, este informe insta a realizar inversiones urgentes y sistemáticas en innovación, guiadas por seis criterios fundamentales que definen el “diseño responsable”, con el fin de desarrollar soluciones basadas en el papel que ofrezcan beneficios reales.

Se necesita urgentemente avanzar más para abordar la contaminación por envases plásticos flexibles de pequeño formato. Ligeros, funcionales, prácticos y rentables, los envases de plástico flexible se han vuelto omnipresentes y son la categoría de envases de plástico de más rápido crecimiento,⁵ pero también son los más difíciles de gestionar después de su uso. Debido a su pequeño tamaño y bajo valor, los envases flexibles de pequeño formato rara vez se recogen en la práctica, especialmente en los mercados con sistemas informales de recolección de residuos. Los envases de plástico flexible representan el 80 % de los envases de plástico que llegan a los océanos y tienen algunas de las tasas de reciclaje más bajas del mundo.⁶

Para hacer frente a este reto se necesitan múltiples herramientas, ya que no existe una solución única. Dado que su tamaño es el principal obstáculo para su recolección, se debe dar prioridad a las oportunidades de reducir la dependencia de los envases flexibles de pequeño formato siempre que sea posible. Cuando se sigan utilizando formatos flexibles, cualquier sustitución de materiales deberá ir acompañada de esfuerzos para ayudar a ampliar los sistemas eficaces de recolección y reciclaje, incluido el apoyo a los recolectores de residuos, que desempeñan un papel fundamental en muchos contextos con altos índices de fuga. Los envases nunca deben estar destinados a acabar en el medioambiente.

Los envases flexibles de papel diseñados de forma responsable tienen el potencial de ofrecer una valiosa herramienta adicional. Su ventaja fundamental sobre los envases flexibles de plástico es que pueden diseñarse más fácilmente para ser reciclables y biodegradables en diferentes entornos.⁷ En zonas geográficas con altas tasas de fuga, esto podría reducir la contaminación plástica persistente en el caso indeseado de que acabara en el medioambiente, al tiempo que permitiría una vía de reciclaje futura si se realizaran mejoras significativas en los sistemas de recolección y clasificación. Dado que todas las soluciones para combatir la contaminación por envases plásticos flexibles son difíciles y tienen sus limitaciones, sería útil contar con una herramienta más en la caja de herramientas.



Es fundamental que los envases flexibles de papel se diseñen y se obtengan de forma responsable para evitar introducir nuevos riesgos ambientales y sociales importantes. El cambio al papel puede conllevar sus propios riesgos, entre ellos contribuir a la degradación de los bosques y la pérdida de biodiversidad,⁹ un elevado consumo de agua y emisiones de metano cuando se depositan en vertederos no gestionados. Los diseños que incorporan recubrimientos poliméricos o componentes químicos que no son biodegradables, o que contienen sustancias químicas preocupantes, pueden seguir generando contaminación persistente e introducir riesgos químicos evitables. Dado el gran volumen de envases en cuestión, evaluar y mitigar de forma proactiva estos riesgos es fundamental para garantizar que los envases flexibles de papel ofrezcan beneficios reales.

Seis criterios fundamentales definen el diseño responsable de los envases flexibles de papel de pequeño formato. En conjunto, proporcionan pautas y orientaciones claras para los innovadores, las empresas y los inversionistas, mostrando cómo el papel puede desempeñar un rol valioso al tiempo que se mitigan los riesgos. Estos criterios ayudan a garantizar que la sustitución por papel:

- no contribuya a la degradación de los bosques;
- minimice el impacto medioambiental durante la producción;
- cumple con las necesidades técnicas, económicas y de los consumidores;
- es compatible con el reciclaje en los sistemas locales cuando se recoge;
- no da lugar a emisiones químicas peligrosas ni a contaminación plástica persistente;
- no socava los esfuerzos por reducir la dependencia de los envases flexibles de pequeño formato.

LOS ENVASES FLEXIBLES DE PAPEL DEBEN...



Para aprovechar esta oportunidad, se requiere una innovación y una escala significativas. En la actualidad, no existe ningún tipo de embalaje que cumpla los seis criterios para la gran mayoría de aplicaciones. Los primeros avances indican un impulso real, pero se necesita mucha más innovación y economías de escala para ampliar la gama de aplicaciones⁹ donde el papel diseñado de manera responsable se convierta en una herramienta técnica y económicamente viable. En particular, combinar la biodegradabilidad con los requisitos de rendimiento y reciclabilidad sigue siendo un reto en materia de innovación.

La brecha actual entre la ambición y los envases listos para salir al mercado debería reforzar, y no disuadir, los argumentos a favor de innovar, invertir y poner en marcha ya los proyectos piloto.

El desarrollo y la implantación de envases de papel diseñados de forma responsable no se producirán de la noche a la mañana. Habrá pasos intermedios.¹⁰ Estos pasos deben diseñarse deliberadamente y tener como objetivo avanzar hacia el cumplimiento de los seis criterios.

Se requerirán medidas en cuatro áreas clave para acelerar el desarrollo de envases flexibles de papel de pequeño formato diseñados de manera responsable y establecer las salvaguardias necesarias para orientar su uso responsable:



Acelerar la innovación hacia soluciones basadas en papel que cumplan todos los criterios críticos



Establecer sistemas de recolección y reciclaje eficaces y socialmente inclusivos para envases flexibles de papel como parte de una gestión integral de residuos



Garantizar cadenas de suministro de fibra sostenibles y proteger los bosques a nivel empresarial y sistémico



Promover y dar prioridad a otras vías de solución (eliminación, reutilización) siempre que sea viable

Para acabar con la contaminación causada por los plásticos flexibles de pequeño formato y crear una economía circular, se necesitará una colaboración a largo plazo y un compromiso sostenido tanto por parte de la industria como de los formuladores de políticas. Si se hace bien, el envase de papel diseñado de manera responsable puede contribuir a abordar la contaminación por plásticos y a crear una economía circular, lo que beneficiará a las personas y al planeta

EN APOYO

La Fundación Ellen MacArthur desea agradecer a las organizaciones y personas que han contribuido de manera significativa al desarrollo de esta agenda durante los últimos seis meses a través de múltiples rondas de revisión, sesiones de grupos de trabajo y entrevistas con expertos.

SOCIOS ESTRATÉGICOS

Canopy

Nandini Kumar

Confederación de Industrias Indias

Profesor Gaurav Goel

Instituto Indio de Tecnología de Delhi

Profesor M. Reza Cordova

Agencia Nacional de Investigación e Innovación (BRIN) de Indonesia y Asociación Alpha

WIEGO

WRAP

WWF

GRUPO DE TRABAJO Y OTROS EXPERTOS CONSULTADOS

Más de 60 expertos de ONG, marcas, fabricantes de envases de papel y plástico, y el mundo académico aportaron sus conocimientos. La revisión técnica de las secciones pertinentes corrió a cargo de Carbon Trust, el Foro de Envasado de Alimentos y Normec OWS.

ORGANIZACIONES RESPALDANTES



RESPALDOS PRIVADOS

Profesor Gaurav Goel y Dr John Williams

Los patrocinadores apoyan la visión general y las recomendaciones de esta publicación. El informe refleja áreas de amplio consenso, pero no representa necesariamente las opiniones detalladas de todas las organizaciones patrocinadoras sobre todos los aspectos del análisis o las conclusiones, y no refleja ningún acuerdo por parte de ninguna de las organizaciones que lo respaldan para emprender acciones individuales o colaborativas.

“Acojo con satisfacción este informe, que reconoce que las alternativas en papel podrían contribuir de manera significativa a reducir la persistente contaminación por plásticos, pero solo si se diseñan de manera responsable y se adaptan a las infraestructuras locales y las realidades regionales. Subraya acertadamente que la sustitución de materiales por sí sola no es un atajo hacia la sostenibilidad, y que los beneficios medioambientales reales dependen de estas consideraciones.”

M. Reza Cordova, profesor investigador

AGENCIA NACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN (BRIN) DE INDONESIA

“Este informe, respaldado por evidencias y aportaciones de las partes interesadas, establece el marco inicial de los retos y las condiciones críticas para convertir la promesa de los envases flexibles de papel en una realidad escalable. Hace especial hincapié en la necesidad de combinar una elección juiciosa de materiales y una innovación radical en este ámbito con una colaboración profunda y una evaluación basada en datos para diseñar soluciones de envasado que protejan el producto y el planeta.”

Gaurav Goel, Profesor

INSTITUTO INDIO DE TECNOLOGÍA DE DELHI

“En Indonesia, donde los envases flexibles de pequeño formato suelen escapar a los sistemas de recolección y contribuyen a la contaminación ambiental, necesitamos urgentemente soluciones que funcionen en el mundo real. Las alternativas basadas en papel diseñadas de manera responsable, desarrolladas con sólidas medidas de seguridad y ampliadas gracias a la innovación, pueden ser un complemento importante a la reducción, la reutilización, el reciclaje y la inversión en sistemas inclusivos de residuos. Este informe proporciona pautas claras sobre cuándo y cómo las soluciones en papel pueden aportar beneficios medioambientales sin crear riesgos no deseados. Ahora es el momento de que la industria, los formuladores de políticas y las comunidades actúen de forma coordinada para acelerar la innovación, proteger los bosques, reforzar los sistemas de recolección e impulsar la transición hacia sistemas de materiales verdaderamente circulares que funcionen para las personas, la economía y el planeta.”

Widharmika Agung, socia y directora de la oficina de Indonesia

SYSTEMIQ

“Este informe deja claro que los envases flexibles de papel pueden ser una herramienta valiosa, pero solo cuando se diseñan de manera responsable y se utilizan como parte de una estrategia más amplia de economía circular. No debe considerarse como un simple cambio de material, sino como un reto de transformación del sistema que requiere innovación, colaboración en la cadena de suministro y una sólida alineación de políticas para reducir de forma significativa la contaminación causada por los envases flexibles en los mercados con altos índices de fuga.”

Anthony Perrotta, socio, Sostenibilidad y Economía Regenerativa

PA CONSULTING

“El papel bien diseñado y de origen responsable, tal y como se expone en este informe, es una de las soluciones viables contra la contaminación plástica. Sin embargo, necesitamos más innovación para ampliar la escala y las aplicaciones de los envases de papel, incluidas las tecnologías de recubrimiento y adhesivos. Esperamos que este informe ponga de relieve la necesidad de inversiones e innovación adicionales en este ámbito, así como las medidas de protección necesarias.”

Allison Lin, vicepresidenta global de Healthy Planet MARS

“Nestlé cree que los envases flexibles de papel pueden desempeñar un rol valioso a la hora de reducir el uso de plástico virgen y minimizar los residuos y la contaminación generados por los envases flexibles. Este informe proporciona a los actores estratégicos una visión común muy necesaria y un conjunto de criterios claros para garantizar el desarrollo de soluciones de envasado flexible basadas en papel y su utilización de manera responsable. Hacemos un llamado a toda la cadena de valor y a los formuladores de políticas para que se unan a nosotros en la adopción de medidas destinadas a acelerar la innovación en consonancia con estos criterios, al tiempo que se da prioridad a los sistemas de recolección y reciclaje de todos los envases y empaques.”

Gilles Demareux, director de Desarrollo Global de Envases NESTLÉ

“Las empresas, los gobiernos, las instituciones financieras y la sociedad civil tienen un papel que desempeñar para seguir impulsando la circularidad de los envases. Esperamos que este informe ayude a alinear a todos los actores estratégicos en torno a una visión común y un conjunto de criterios fundamentales para promover de manera responsable los envases flexibles de papel como una de las posibles palancas para apoyar la circularidad.”

**David V Allen, vicepresidente de Envases Sostenibles
PEPSICO**

“El empaque flexible de papel de última generación es un tema clave para Unilever y una prioridad para toda la industria. Este informe deja claro el importante rol que desempeñará el papel y lo que se necesita para ampliar las soluciones que son deseables para los consumidores, mejores para el medioambiente y viables para las empresas.”

**Pablo Costa - Director global de Empaquetado,
Digital y Transformación
UNILEVER**

“Las empresas que buscan envases flexibles más sostenibles deben evitar salir de la ‘sartén’ del plástico para caer en las ‘brasas’ del papel. Este informe ofrece una buena perspectiva de las opciones y los inconvenientes, algo esencial cuando el suministro de fibra de madera sostenible es cada vez más limitado y gran parte del papel virgen contiene fibra forestal de alto riesgo.”

**Nicole Rycroft, directora ejecutiva
CANOPY**

“Las bolsitas de plástico y otros plásticos flexibles de pequeño formato se producen y venden por miles de millones en todo el mundo y se encuentran entre los formatos de envasado de un solo uso más propensos a las fugas, lo que contribuye a la contaminación ambiental persistente y a los riesgos para los ecosistemas y la salud humana. Este informe establece una vía clara y basada en evidencias para mitigar estos impactos, incluida la reducción de la dependencia de los plásticos convencionales y el fomento de alternativas responsables diseñadas a base de fibra y papel que pueden favorecer una mayor circularidad.”

**Dr. Manuel Brunner, director sénior de Innovación
e Inversiones en Materiales Sostenibles
MINDEROO FOUNDATION**

“Dado el papel crucial que desempeñan los recolectores de residuos en la cadena de reciclaje, cualquier intervención en la cadena de valor debe diseñarse cuidadosamente, analizando cuáles pueden ser los impactos en los medios de vida de estos guardianes de la economía circular. Por lo tanto, celebro la cuidadosa reflexión que subyace al informe ‘Envases flexibles de papel: el rol que podrían desempeñar en la lucha contra la contaminación por plásticos flexibles de pequeño formato en mercados con altas tasas de fuga’. A medida que avanzamos hacia una mayor circularidad, no podemos dejar atrás el objetivo de una mayor inclusión.”

**Sonia Dias, Especialista en Residuos
WIEGO**

“Los envases flexibles de pequeño formato contribuyen de manera significativa a la contaminación por plásticos, especialmente en los mercados con altos índices de fuga, lo que los convierte en uno de los retos más urgentes a los que nos enfrentamos. La sustitución de materiales tiene un papel importante que desempeñar para hacer frente a esta crisis, pero debe aplicarse con prudencia —junto con soluciones de eliminación y reutilización— para evitar compensaciones no deseadas. Este informe proporciona las medidas de protección y la orientación práctica que tanto se necesitan para garantizar que cualquier transición hacia los envases de papel se lleve a cabo de manera responsable y aporte beneficios medioambientales y sociales reales.”

**Erin Simon, vicepresidenta y directora de Residuos
Plásticos y Negocios
WWF**

A photograph of a cafe's granola dispensers. A person's hands are visible in the foreground, holding a smartphone to take a picture of one of the dispensers. The dispensers are filled with various granola mixes. The background is slightly blurred, showing more dispensers and a wicker basket.

01

**ENVASES DE
PAPEL DISEÑADOS
DE MANERA
RESPONSABLE: UNA
HERRAMIENTA EN
UNA ESTRATEGIA
MÁS AMPLIA
DE ECONOMÍA
CIRCULAR**

Se necesitarán varios enfoques complementarios para abordar los residuos plásticos flexibles de pequeño tamaño y la contaminación en mercados con altas tasas de fuga. Estos se pueden agrupar en dos enfoques principales:

- **Reducir la dependencia de los empaques flexibles de pequeño formato** mediante modelos de entrega y formatos de envases alternativos que eviten la necesidad de empaques flexibles de pequeño formato, incluyendo sistemas sin empaques, modelos de reutilización o formatos ampliamente reciclados.
- **Diseñar los envases flexibles restantes para que se adapten a una economía circular**, reduciendo así el impacto medioambiental. La elección de los materiales es una parte fundamental de este proceso, incluyendo envases biodegradables a base de papel para reciclar, los envases biodegradables a base de plástico para el compostaje y los flexibles de plástico reciclables.

Los envases flexibles de papel diseñados de forma responsable tienen el potencial de convertirse en una herramienta valiosa dentro de una estrategia más amplia de economía circular. Esto es especialmente cierto cuando la probabilidad de fugas es alta y no es posible reducir de forma inmediata la dependencia de los envases flexibles de pequeño formato.

Determinar la vía más adecuada es una tarea compleja. Requiere una investigación considerable y la participación de los actores estratégicos locales, y esta sección ofrece orientación de alto nivel para respaldar esas evaluaciones más profundas y específicas del contexto.

En todos los casos, es esencial ampliar la infraestructura eficaz de recolección, clasificación y reciclaje. Esto es fundamental para reducir las fugas y garantizar que todos los envases se mantengan fuera del medioambiente y circulen dentro de la economía.

REDUCIR LA DEPENDENCIA DE LOS ENVASES FLEXIBLES DE PEQUEÑO FORMATO

Se debe dar prioridad a los modelos de entrega alternativos, como los modelos reutilizables y sin envases, siempre que sea factible y beneficioso.¹¹ Los envases flexibles de pequeño formato son difíciles de gestionar una vez que se convierten en residuos, independientemente del material. Evitar la generación de residuos de empaques desde el principio es la forma más directa de abordar los residuos y la contaminación.

Cuando los modelos de entrega alternativos no son viables, pasar de envases flexibles pequeños y de una sola porción a formatos más grandes y ampliamente reciclados puede reducir la contaminación. Los envases más grandes y con mayor valor material para los recolectores de residuos pueden incentivar la recolección. Es necesario realizar evaluaciones del ciclo de vida, que incluyan los resultados al final de la vida útil, para comprender las compensaciones entre el uso de materiales y la probabilidad de contaminación.

Las evidencias sugieren que reducir la dependencia de envases flexibles de pequeño formato mediante modelos y formatos de entrega alternativos es factible a corto plazo. Muchos productos que se venden en sobres de pequeñas porciones, como los productos de cuidado personal, para el hogar o la leche, ya están disponibles en envases reutilizables o formatos más grandes y ampliamente reciclados en los mismos mercados. Varios estudios también indican que la imposibilidad de adquirir porciones más grandes no supone un obstáculo para que muchos consumidores cambien a otros formatos.¹² En Filipinas, por ejemplo, la mitad de los consumidores

que se encuentran en el 10 % de los hogares con mayores ingresos utilizan sobres de cuidado personal, mientras que un tercio de los que se encuentran en la franja ingresos más bajos no lo hacen;¹³ A menudo se prefieren los envases de mayor tamaño para algunos productos, incluso entre los consumidores con ingresos bajos.¹⁴ Esto sugiere oportunidades a corto plazo para promover formatos alternativos a una mayor proporción de consumidores para determinadas categorías de productos.

La colaboración, las políticas y un desarrollo económico más amplio podrían reducir aún más el uso de formatos pequeños con el tiempo.

La ampliación de los modelos de negocio de reutilización puede acelerar este cambio y, al mismo tiempo, aportar importantes beneficios empresariales.¹⁵ Aunque los proyectos piloto de reutilización a gran escala han demostrado ser prometedores, su alcance sigue siendo limitado.¹⁶ Las iniciativas a mayor escala, que abarquen todo el sector, combinadas con intervenciones políticas, podrían ayudar a ampliar estas soluciones superando las barreras que las empresas individuales no pueden abordar por sí solas. Paralelamente, se espera que el continuo desarrollo económico en los mercados con altas tasas de fuga reduzca aún más los segmentos de consumidores que dependen de las porciones individuales para acceder a los productos.

MÁS INFORMACIÓN



WWF y Ellen MacArthur Foundation, *Reuse in the Global South* (2025)

DISEÑAR ENVASES FLEXIBLES PARA UNA ECONOMÍA CIRCULAR, REDUCIENDO EL IMPACTO AMBIENTAL

Dado que no es posible evitar todos los envases flexibles, los que utilicemos deben estar diseñados para permitir el reciclaje de materiales, evitar sustancias químicas peligrosas y reducir la probabilidad de contaminación plástica persistente. Evitar la contaminación plástica persistente es especialmente importante en regiones donde no se prevé que los sistemas de recolección y gestión de residuos de pequeño formato se amplíen en un futuro próximo y donde, por lo tanto, es muy probable que se produzcan fugas.

Cuando no hay alternativas viables a los envases flexibles de pequeño formato, la mejora de los formatos flexibles es la principal vía para reducir el impacto ambiental.

En algunas categorías de productos, es difícil identificar formatos alternativos viables a los envases flexibles en un futuro previsible, especialmente cuando no se desean porciones más grandes y los modelos de recarga son difíciles, como en el caso de ciertos alimentos para llevar.

La elección del material es un elemento clave en el diseño de envases flexibles, y la opción más adecuada variará según el contexto. Entre las consideraciones clave se incluyen si el abastecimiento y la producción podrían agravar los riesgos ambientales o sociales regionales, la viabilidad técnica y comercial del envase y el impacto ambiental del empaque, dada la infraestructura local de gestión de residuos y los posibles resultados al final de su vida útil.

Rara vez existe una respuesta objetivamente ‘correcta’ a la hora de elegir los materiales: a menudo es necesario hacer concesiones y tomar decisiones basadas en el criterio personal. Se deben evaluar las ventajas, las limitaciones y los riesgos de cada opción, teniendo en cuenta las condiciones y prioridades locales. Como resultado, la importancia relativa de los diferentes impactos, como la contaminación persistente por plásticos, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) o el consumo de agua, puede variar según el contexto. Además, estas evaluaciones pueden tener que basarse en datos incompletos o en hipótesis prospectivas, como cuándo y cómo se ampliarán los sistemas de gestión de residuos en una determinada zona geográfica.

Los envases flexibles de papel diseñados de manera responsable pueden ser una opción valiosa cuando la probabilidad de fuga es alta. En tales contextos, pueden ayudar a evitar la contaminación persistente por plásticos en el caso indeseado de que terminen en el medioambiente, al tiempo que permiten el reciclaje a medida que los sistemas locales de recolección y clasificación mejoran con el tiempo.

Las innovaciones en el diseño de envases flexibles deben ir acompañadas de una inversión continua en modelos de entrega alternativos. En muchos casos, la reutilización y otros modelos de entrega podrían desempeñar un papel importante con el tiempo, pero su éxito depende de factores que escapan al control de cualquier empresa individual. Entre estos factores se podrían incluir la infraestructura compartida entre industrias, las intervenciones políticas y los cambios en los hábitos de los consumidores, las cadenas de suministro y los entornos minoristas. En estos casos, en los que las alternativas son el objetivo a largo plazo, mejorar el diseño de los envases flexibles de pequeño formato puede ayudar a gestionar los riesgos a corto plazo, pero debe ir acompañado de la colaboración y el apoyo de la industria para superar las barreras que impiden ampliar otros modelos de entrega a lo largo del tiempo.



REDUCIR LA DEPENDENCIA DE LOS ENVASES FLEXIBLES DE PEQUEÑO FORMATO SIEMPRE QUE SEA POSIBLE



*La viabilidad depende de factores como la logística, la normativa y la viabilidad técnica y comercial.

DISEÑAR CUALQUIER ENVASE FLEXIBLE RESTANTE PARA UNA ECONOMÍA CIRCULAR



CONTINUACIÓN DE LA PÁGINA ANTERIOR

VÍAS MÁS RELEVANTES PARA EXPLORAR

03

¿Qué opciones de envases flexibles son viables sin agravar los riesgos ambientales o sociales?

- ¿Está disponible actualmente, es funcional y comercialmente viable?
- ¿Se puede desarrollar antes de que se prevea el reciclaje a gran escala de los envases plásticos flexibles de pequeño formato?
- ¿Se puede desarrollar de manera que no agrave los problemas ambientales y sociales? (es decir, la presión sobre los bosques o el agua en regiones donde los límites ecológicos están en peligro).

04

¿Cuáles tienen un menor impacto ambiental, teniendo en cuenta los resultados a corto plazo al final de su vida útil?

- ¿Qué probabilidad hay de que el envase tenga fugas en el medioambiente? (dependiendo del tamaño, la reciclabilidad y el valor del material)
- ¿Qué probabilidad hay de que se gestionen incorrectamente los vertederos y la incineración?

05

¿Cuáles tienen resultados futuros más prometedores al final de su vida útil?

- ¿Con qué probabilidad y a qué ritmo se prevé que se extiendan a nivel local el reciclaje de papel, el reciclaje de plásticos flexibles y el compostaje?
- ¿El envase está diseñado para ser compatible con estos sistemas locales de reciclaje o compostaje previstos?

CONSIDERACIONES QUE INFLUYEN EN LA ELECCIÓN DE LOS MATERIALES:

Reciclable y biodegradable, a base de papel

Si es técnicamente viable y los riesgos forestales e hídricos son manejables en el mercado objetivo.

Biodegradable, no a base de papel

Si el impacto medioambiental es menor que el del papel y es técnicamente más factible.

Plástico reciclable, no biodegradable

Si el impacto ambiental es menor que las alternativas biodegradables, o si estas no son técnicamente viables.

Si es probable que persistan las altas tasas de contaminación y es menos probable que se gestionen mal los vertederos.

Si es probable que persistan las altas tasas de contaminación y es menos probable que se gestionen mal los vertederos.

Si los índices de contaminación del plástico son significativamente más bajos que los del papel y es menos probable que se queme.

Si se prevé que las tasas de recolección y reciclaje sean más altas para el papel que para el plástico.

Si se prevé que la infraestructura de compostaje se amplíe y no contamine el reciclaje local.

Si se espera que las tasas de recolección y reciclaje sean más altas para el plástico que para el papel.

Notas:

- Esta evaluación es relevante para las regiones en las que el riesgo de fuga es elevado. Otras regiones, con contextos muy diferentes, no se han estudiado en profundidad para este informe.
- Las evaluaciones deben ser específicas para cada producto, segmento de consumidores, canal y mercado, ya que las respuestas pueden variar significativamente según estos contextos. Por ello, se requiere una evidencia considerable y la participación de los actores estratégicos locales para responder a estas preguntas con precisión. La evidencia y las respuestas resultantes pueden evolucionar con el tiempo.
- Las evaluaciones no pretenden ser deterministas y, a menudo, se situarán en un espectro. Más bien, la evaluación pretende sacar a la luz y priorizar consideraciones clave.
- Pueden ser pertinentes múltiples enfoques, que se aplicarán en paralelo.
- Aunque esto está diseñado principalmente para apoyar la toma de decisiones de las marcas, los formuladores de políticas pueden utilizar estas preguntas para identificar casos en los que se deben incentivar y habilitar diferentes enfoques.

02

**LOS ENVASES
FLEXIBLES
DE PAPEL
PRESENTAN
POSIBLES
VENTAJAS,
LIMITACIONES
Y RIESGOS**

BENEFICIOS: UNA FORMA DE EVITAR LA CONTAMINACIÓN PLÁSTICA PERSISTENTE

En mercados con altas tasas de fuga, la principal ventaja potencial de los envases flexibles de papel es que no contribuyen a la contaminación plástica persistente en el caso indeseado de que terminen en el medioambiente.

A largo plazo, también podrían reciclarse en estas zonas geográficas, si se superaran los retos de recolección y clasificación, a los que también se enfrentan los envases de plástico flexibles de pequeño formato.

Al mismo tiempo, los envases de papel conllevan otros riesgos, como la degradación forestal y el elevado consumo de agua, que deben gestionarse con cuidado para evitar crear un problema nuevo al intentar resolver otro. Si no se desarrollan y utilizan de manera responsable, pueden suponer nuevos riesgos medioambientales y sociales importantes y ofrecer poca o ninguna mejora con respecto al plástico que sustituyen.

Comprender estos posibles beneficios, limitaciones y riesgos es esencial para garantizar que los envases flexibles de papel se desarrollen y utilicen de forma responsable. En esta sección se examinan los impactos más urgentes, basándose en investigaciones independientes y en los conocimientos especializados de la industria, las ONG y el mundo académico, centrándose en los factores más relevantes para la toma de decisiones sobre los envases flexibles de pequeño formato. Estos resultados sustentan los seis criterios fundamentales para el diseño responsable de envases de papel que se establecen en la siguiente sección.

Las alternativas diseñadas de forma responsable que sean biodegradables en distintos entornos podrían reducir sustancialmente la contaminación persistente por plásticos. Aunque el objetivo a largo plazo es detener por completo las fugas de residuos, ampliar sistemas integrales de recolección, clasificación y reciclaje suele requerir tiempo considerable, financiamiento e intervenciones de políticas públicas.

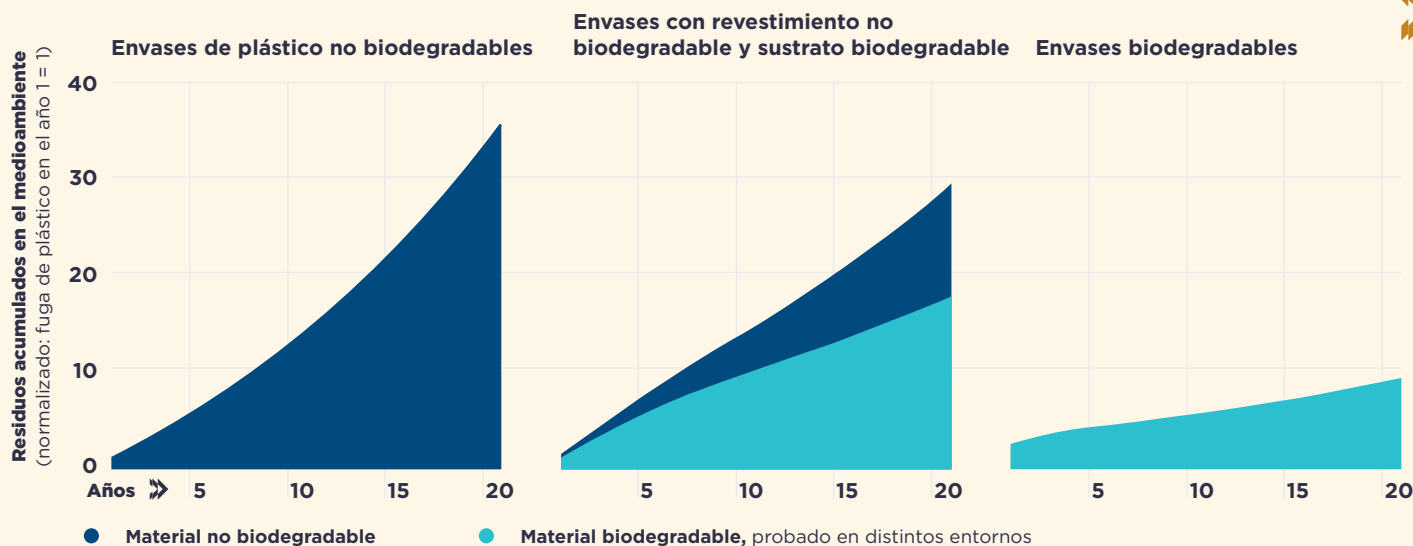
Hasta que eso ocurra, diseñar envases para que se biodegraden completamente en el caso no deseado de que terminen en el medioambiente puede minimizar la contaminación persistente por plásticos y limitar la acumulación de residuos con el tiempo.^{17,18} Esto puede reducir muchos de los impactos físicos asociados con este tipo de contaminación —como la ingestión por parte de animales, la asfixia de hábitats y los daños por inundaciones causados por desagües obstruidos—.¹⁹ Si bien no existe manera de garantizar que un envase se biodegradará completamente dentro de un determinado plazo o bajo cualquier condición ambiental,²⁰ cumplir con las especificaciones estándar existentes para compostaje doméstico²¹ y biodegradación en entornos marinos, de agua dulce y de suelo es actualmente el mejor indicador disponible.²² Estas especificaciones pueden ayudar a asegurar que los envases que cumplan todos los criterios tengan mucha menor persistencia y causen significativamente menos daño que los envases plásticos flexibles convencionales no biodegradables en la gran mayoría de los entornos del mundo real.

Sin embargo, dado que cumplir con las especificaciones estándar de biodegradación no garantiza la ausencia de daños, el objetivo a largo plazo sigue siendo detener por completo las fugas. Las condiciones del mundo real difieren de las pruebas de laboratorio: la biodegradación en condiciones reales suele ser más lenta, puede no producirse en todos los entornos (por ejemplo, en una carretera) y varía en función del clima, la humedad y las condiciones microbianas. Se necesita más investigación para comprender mejor estas dinámicas. Las proyecciones (ver la figura 1) muestran que, incluso cuando los envases están diseñados para biodegradarse, la contaminación total sigue aumentando con el tiempo si las ventas crecen y las tasas de recolección no mejoran, lo que subraya que mejorar la recolección sigue siendo esencial para detener la contaminación por completo.

Es importante comunicarse claramente con los consumidores para reducir el riesgo de que aumente la basura tirada. Los primeros estudios también sugieren que algunos consumidores pueden ser más propensos a desechar en entornos abiertos si creen que se biodegradará.^{23,24} Incluso teniendo en cuenta el aumento de la basura, es muy probable que la acumulación total de residuos en el medioambiente siga siendo sustancialmente menor en el caso de los envases biodegradables (ver la figura 1).²⁵ Sin embargo, los envases nunca deben estar destinados a acabar en el medioambiente. Por esta razón, se recomienda no comunicar la biodegradabilidad en los envases. En su lugar, la comunicación con los consumidores debe centrarse en ofrecer instrucciones de eliminación claras y específicas para cada contexto, en consonancia con la infraestructura local de recogida, reciclaje o compostaje.

Los envases biodegradables podrían reducir significativamente la acumulación de residuos en el medioambiente año tras año, pero las fugas totales seguirían aumentando sin la intervención de la recolección

Análisis simplificado con fines ilustrativos



INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Con el tiempo, los envases que cumplen con las especificaciones estándar de compostabilidad doméstica y biodegradabilidad en todos los entornos generan una carga acumulada mucho menor. Debido a que los artículos de papel son más pesados y más propensos a tener fugas que los de plástico, el papel derramado inicialmente contribuye con una mayor masa de material. Sin embargo, con el tiempo, el plástico no biodegradable continúa acumulándose año tras año, mientras que los empaques que cumplen con las especificaciones estándar de compostabilidad doméstica y biodegradabilidad en todos los entornos se biodegradan.

Los envases con un revestimiento no biodegradable y un sustrato biodegradable generan niveles de residuos similares a los envases no biodegradables, debido a que el revestimiento ralentiza considerablemente la biodegradación y al mayor peso del envase en comparación con los envases no biodegradables.

En todos los escenarios, las fugas anuales y la acumulación total de residuos siguen aumentando si las ventas crecen y las tasas de recolección no mejoran, lo que pone de relieve la importancia de detener por completo las fugas.

Este es un modelo conceptual simplificado. En la investigación de Brouwer, M. T., et al. (2024) se puede encontrar un modelo más detallado de la acumulación de microplásticos y la producción de CO₂ de determinados materiales no biodegradables y biodegradables cuando se tiran al medioambiente, teniendo en cuenta las diferencias en las tasas de vertido.²⁷ Este modelo se centra en la acumulación de residuos en el medioambiente y no tiene en cuenta los impactos derivados del abastecimiento de materiales, la producción, el vertido en vertederos y la incineración.

SUPUESTOS

Se introducen tres tipos de envases en una zona sin residuos en el medioambiente:

- Envases flexibles convencionales no biodegradables a base de plástico
- Envases con un revestimiento no biodegradable en un lado y un sustrato biodegradable
- Empaques que cumplen con las especificaciones estándar de compostabilidad doméstica y biodegradabilidad en entornos marinos, de agua dulce y terrestres.

Las ventas de envases aumentan un 5 % cada año, en línea con las tasas de crecimiento previstas para el mercado de los envases flexibles.

Los empaques biodegradables pesan 1,5 veces más que los artículos de plástico equivalentes; el revestimiento no biodegradable representa el 20 % del peso del empaque.

La tasa de fuga al medioambiente se mantiene constante a lo largo del tiempo, sin cambios en las tasas de recolección y en la tirada de residuos. Las tasas de vertidos de basura son un 10 % más altas para los envases con componentes biodegradables que en el caso de los envases de plástico no biodegradable, lo que refleja las posibles diferencias en el comportamiento de eliminación.²⁶ Para permitir la comparación, el peso de los envases no biodegradables tirados al medioambiente durante el primer año se fija en 1.

Tasas de biodegradación en el medioambiente:

- Una vez vertidos, los materiales no biodegradables persisten y se acumulan en el medioambiente con el paso del tiempo (mostrados en azul oscuro).
- Los envases biodegradables en entornos marinos, de agua dulce, suelo y compostaje doméstico se descomponen lentamente (azul claro). Este análisis supone que el 60 % del envase original se biodegrada después de un año, el 80 % después de dos, el 90 % después de tres y el 95 % después de cuatro. Después de cuatro años, el envase restante se biodegrada a una tasa del 50 % por año. Esto es significativamente más lento que en condiciones de laboratorio.
- En el caso de los envases con un revestimiento no biodegradable y un sustrato biodegradable, el sustrato se biodegrada un 60 % más lentamente que los envases totalmente biodegradables, ya que el revestimiento reduce la superficie disponible para que se produzca la biodegradación. Si el sustrato tuviera un revestimiento no biodegradable en ambos lados (lo que no se supone aquí), el proceso de biodegradación sería de nuevo significativamente más lento.

LIMITACIONES: SIGUEN EXISTIENDO DESAFÍOS EN MATERIA DE RECOLECCIÓN Y RECICLAJE

Los envases flexibles de pequeño formato tienen tasas de recolección muy bajas, independientemente del material.

Su pequeño tamaño y su bajo valor hacen que, en la práctica, rara vez se recojan: normalmente menos del 5 % en la India y menos del 1 % en el caso de los envases flexibles de plástico multimaterial en Indonesia.^{28,29} Un trabajador tendría que recoger más de 60 bolsitas de papel pequeñas para igualar el valor de una botella de PET.³⁰ Se trata fundamentalmente de un reto económico y de tamaño de los envases, no de elección de materiales.

Si las tasas de recolección no aumentan, es probable que la contaminación siga siendo significativa.

Se prevé que la masa total de fugas al medioambiente aumente independientemente de si los envases están fabricados con plástico biodegradable o papel biodegradable (ver la figura 1). Por lo tanto, la sustitución de materiales no debe restar importancia a los esfuerzos por ampliar los modelos de reutilización, recarga o sin envasado, ni a la necesidad de crear sistemas eficaces de recogida y reciclaje para todos los envases.

Aunque ambos materiales pueden diseñarse para su reciclaje, esto no siempre se traduce en reciclaje en la práctica.

Por ejemplo, los envases flexibles recubiertos de papel que cumplen con las normas de reciclabilidad, como 4Evergreen, pueden ser procesados por fábricas de papel dúplex, que representan una cuarta parte de la capacidad de las fábricas de papel en la India.³¹ Del mismo modo, los envases flexibles de plástico que cumplen con las directrices pertinentes de diseño para el reciclaje podrían reciclarse. Sin embargo, mientras no se establezcan sistemas de recolección, clasificación y reciclaje que sean económicamente viables, es poco probable que los envases se reciclen en la práctica.

El papel tiene la ventaja de contar con una capacidad de reciclaje más consolidada que los plásticos flexibles, si se supera el reto de la recolección. En muchas regiones, el cartón y el papel sin recubrimiento han sido históricamente lo suficientemente viables desde el punto de vista económico como para recolectarlos y reciclarlos en niveles bajos. Y en

varios países, la capacidad de reciclaje existente es capaz de absorber volúmenes adicionales de papel de residuo doméstico: las fábricas de papel de la India³² e Indonesia,³³ por ejemplo, dependen actualmente de los residuos importados. En la India, la capacidad de las fábricas dúplex podría absorber un cambio de hasta el 15 % de los plásticos flexibles a envases de papel para 2040.³⁴

Tanto el reciclaje de envases flexibles de papel como el de plástico tienen limitaciones inherentes al material.

En el reciclaje de papel y el reciclaje mecánico de plástico, las fibras y los polímeros se degradan con cada ciclo, lo que significa que hay un número finito de ciclos de reciclaje técnicamente viables antes de que ya no puedan utilizarse para aplicaciones de envasado. Ciertos usos, incluidos aquellos que requieren un alto rendimiento mecánico, propiedades de barrera o seguridad en el contacto con alimentos, dependen de fibras de mayor calidad, controles de higiene estrictos y trazabilidad que el papel y los plásticos posconsumo a menudo no pueden proporcionar en la actualidad. El reciclaje químico tiene el potencial de reciclar los envases flexibles y convertirlos en plásticos de alta calidad. Sin embargo, el rendimiento de los materiales suele ser bajo, el impacto medioambiental suele ser mayor que el del reciclaje mecánico y la capacidad de reciclaje químico existente es muy limitada.³⁵ Como resultado, aunque se reduce significativamente el uso de material virgen, cualquier sistema de reciclaje de papel o plástico flexible depende de la aportación de material virgen, especialmente para aplicaciones más complejas, como los envases flexibles.

Tanto en el caso del papel como del plástico flexible, el pequeño tamaño, la contaminación y la baja calidad del material pueden socavar la rentabilidad del reciclaje.

Estas características hacen que sea difícil, tanto desde el punto de vista técnico como económico, recoger, clasificar y reciclar los envases flexibles para convertirlos en materiales secundarios de alta calidad. Incluso cuando existe un sistema integral de recolección de residuos, el pequeño tamaño puede hacer que la clasificación y el reciclaje resulten poco rentables. El aceite, el champú, los polvos y otros residuos pueden hacer que las instalaciones de clasificación rechacen los materiales

que reciben. Los datos de la India muestran que las tasas de rechazo del plástico pueden alcanzar el 25 %, ³⁶ lo que ilustra cómo la contaminación puede socavar el rendimiento y la rentabilidad del reciclaje en general. La sensibilidad a la humedad puede perturbar la recolección y el reciclaje del papel, especialmente durante las temporadas de monzones.³⁷

El compostaje industrial y doméstico son posibles alternativas para el fin de la vida útil de los envases de papel diseñados de manera responsable; sin embargo, requieren la creación de sistemas.

Entre las iniciativas exitosas se encuentran las zonas residenciales cero residuos de Delhi³⁸ y los sistemas de circuito cerrado, como los campus universitarios. Sin embargo, a pesar de los requisitos de capital relativamente bajos, la infraestructura de compostaje sigue siendo escasa en la mayoría de las regiones. Cuando existe dicha infraestructura, no elimina la necesidad de contar con sistemas de recolección eficaces.

En última instancia, mejorar la recolección, el reciclaje o compostaje de los envases flexibles de pequeño formato requerirá un cambio en todo el sistema.

Será fundamental llevar a cabo iniciativas a gran escala para mejorar las tasas de recolección y clasificación, así como diseñar los envases en colaboración con los recicladores locales. Estas iniciativas deben diseñarse de manera que garanticen una transición justa para todos los trabajadores. Las intervenciones políticas son cruciales. Medidas como programas eficaces de responsabilidad extendida del productor (REP), las normas obligatorias de reciclabilidad y los niveles mínimos de contenido reciclado podrían contribuir a mejorar la economía de la recolección y el reciclaje. Sin embargo, en el caso de los envases flexibles de pequeño formato, hasta la fecha hay pocos ejemplos, si es que los hay, en los que estas medidas hayan sido suficientes para cerrar la brecha entre el costo de recoger, clasificar y reciclar, así como el valor de mercado de los materiales reciclados resultantes. Sin una inversión colaborativa y medidas políticas, los retos de recolección y reciclaje persistirán, independientemente de si los envases flexibles de pequeño formato están hechos de papel o plástico.

El cambio de los envases flexibles de plástico a los de papel conlleva una serie de riesgos que deben gestionarse de forma activa. Algunos de estos riesgos están relacionados específicamente con el abastecimiento y la producción de papel. Otros son impactos independientes del material que se aplican al plástico, al papel y a otros materiales. Estos dependen de cómo se diseña, se obtiene y se gestiona un envase específico al final de su vida útil, y no solo de la elección del material.

RIESGOS ESPECÍFICOS DEL PAPEL

MAYOR PRESIÓN SOBRE LOS BOSQUES

El mundo se enfrenta a una deforestación y degradación forestal a gran escala, lo que afecta a la biodiversidad, el almacenamiento de carbono y las comunidades locales, con efectos secundarios que pueden agravar los desastres naturales. En varias regiones boscosas, incluidas algunas zonas de Canadá,^{39,40} los paisajes forestales gestionados han pasado de ser sumideros de carbono a fuentes netas de emisiones de carbono. La degradación forestal puede debilitar la estabilidad del suelo y la función de las cuencas hidrográficas, lo que provoca erosión, deslizamientos de tierra y un mayor riesgo de inundaciones, agravando los efectos de los fenómenos meteorológicos extremos en las comunidades locales. Esto ha sido citado como uno de los factores que provocaron las recientes inundaciones repentinas en Sumatra.⁴¹ La conversión de tierras asociada a una gestión forestal insostenible también puede afectar negativamente a las comunidades locales, al desplazar a las poblaciones indígenas y rurales, alterar sus medios de vida y comprometer sus derechos laborales. A medida que aumenta la demanda de envases de papel, estas presiones corren el riesgo de amplificarse si no se gestiona cuidadosamente el abastecimiento.⁴²

La naturaleza de estos riesgos y las intervenciones adecuadas varían según la región, dependiendo de la gobernanza, las condiciones forestales y las prácticas de abastecimiento. En algunas regiones, una gobernanza más débil, una supervisión regulatoria insuficiente y las condiciones de los bosques existentes están relacionadas con mayores riesgos de degradación forestal y deforestación, problemas de tenencia de la tierra e impactos sociales asociados. En otros casos, las plantaciones cuidadosamente gestionadas en tierras previamente degradadas, junto con prácticas regenerativas⁴³ que operan bajo sólidas salvaguardias legales, ambientales y sociales— pueden ayudar a mejorar la biodiversidad y los medios de vida de las comunidades vecinas.⁴⁴

A nivel mundial, la demanda de madera ya supera el suministro responsable⁴⁵ y el crecimiento previsto de la demanda de pulpa y papel aumentaría la presión sobre los bosques. La tala es la tercera causa más importante de pérdida de cobertura

arbórea, ya que representa aproximadamente una cuarta parte de la pérdida mundial después de la agricultura permanente y los incendios forestales,⁴⁶ y se estima que contribuye con alrededor de una décima parte de las emisiones anuales mundiales.⁴⁷ La producción de papel y otros productos de fibra de corta duración ya representan casi una quinta parte del total de la tala, aproximadamente 5000 millones de árboles cada año⁴⁸ —y se prevé que la demanda aumente—⁴⁹

Sin medidas de mitigación ambiciosas, un cambio importante del plástico al envase flexible a base de papel podría aumentar significativamente la demanda mundial de papel. Si bien tal cambio sería uno de los muchos factores que impulsan la demanda mundial de madera, no es insignificante. Cambiar solo el 10 % del volumen mundial de plásticos flexibles por alternativas vírgenes a base de papel equivale a una quinta parte del suministro mundial total actual de pasta de madera certificada.⁵⁰

Las prácticas actuales de abastecimiento pueden ser problemáticas para el clima, la biodiversidad y los medios de vida, e incluso cuando existe certificación, los impactos ambientales pueden persistir. Hasta la mitad de toda la pulpa de madera virgen utilizada para fabricar papel puede proceder de bosques antiguos y en peligro de extinción,⁵¹ mientras que solo el 23 % de la madera industrial en rollo cuenta con la certificación del Forest Stewardship Council (FSC).^{52,53} La fibra certificada ayuda, pero no garantiza un bajo impacto: la tala en bosques gestionados puede reducir las reservas de carbono entre un 30 % y un 50 % en comparación con los paisajes naturales, cuya recuperación lleva siglos.⁵⁴ Las prácticas de gestión forestal irresponsables pueden provocar la degradación de los ecosistemas forestales y el agotamiento de los recursos forestales naturales, lo que afecta no solo a los bosques en peligro de extinción o antiguos, sino a todos los tipos de bosques, y provoca la pérdida de biodiversidad.^{55,56,57} Además, la visibilidad limitada del origen de la fibra limita la eficacia de la certificación y la aplicación de las políticas, y socava la capacidad de distinguir el abastecimiento responsable de las prácticas de alto riesgo.

Para agravar la situación, el suministro certificado de forma responsable no está siguiendo el ritmo de la demanda. El volumen de suministro certificado de forma creíble se ha estancado prácticamente durante la última década⁵⁸ y se prevé que crezca un 50 % más lento que la demanda de pulpa hasta 2040,⁵⁹ lo que significa que una mayor demanda de papel de origen responsable por parte de algunas empresas probablemente desplazaría el suministro certificado de otros segmentos del mercado en lugar de ampliar el suministro general. Una certificación sólida sigue siendo una herramienta fundamental para mejorar la transparencia del abastecimiento y la gestión forestal, pero es necesario introducir mejoras para evitar un mayor cambio climático y daños ecológicos.

A nivel de empresa individual, es fundamental aplicar las mejores prácticas en materia de reducción, abastecimiento, reciclaje y certificación, pero estas deben ir acompañadas de intervenciones más amplias a nivel sistémico para abordar las limitaciones estructurales del suministro y fomentar la aplicación coherente de las mejores prácticas en todo el sector. El informe Forest 500 de 2025 destaca esta brecha y muestra que, si bien un pequeño número de empresas influyentes han demostrado su liderazgo en la protección de los bosques, casi la mitad de las 500 empresas más grandes que participan en las cadenas de suministro relacionadas con los bosques no tienen un compromiso de deforestación para la pulpa y el papel.⁶⁰ Las medidas necesarias a nivel empresarial y sistémico se detallan en la siguiente sección, bajo el título “Condición crítica 1: abastecimiento responsable”.

Los riesgos y el impacto del abastecimiento deben tenerse en cuenta para todos los materiales, no solo para la madera. Si bien el abastecimiento de envases de papel a base de madera virgen proviene directamente de los bosques y la tierra, otras materias primas conllevan otros impactos y riesgos. Por ejemplo, los plásticos de origen biológico y las fibras alternativas pueden plantear preocupaciones en cuanto al uso de la tierra y el sistema alimentario, y deben obtenerse utilizando normas estrictas.⁶¹ Si bien este informe se centra

en los envases de papel, las materias primas fósiles utilizadas para la producción de plásticos pueden tener un impacto considerable en la biodiversidad⁶² y en las comunidades locales, por lo que deben estar sujetas a un nivel equivalente de escrutinio y a normas estrictas.

EL CONSUMO DE AGUA ES MAYOR EN LA PRODUCCIÓN DE PAPEL QUE EN LA DE PLÁSTICOS

La producción de papel suele requerir mucho más agua que la de plástico. Aunque el consumo de agua varía mucho entre las diferentes instalaciones de producción de ambos materiales, la producción de papel suele consumir varias veces más agua que la de la misma cantidad de plástico, en peso.^{63,64} Esto refleja diferencias fundamentales en los procesos de producción: la fabricación de pasta de papel y el procesamiento de la fibra dependen en gran medida del agua como vehículo, a diferencia de los plásticos, que dependen del calor y las reacciones químicas. Las diferencias en el uso del agua podrían amplificarse aún más, ya que los envases de papel suelen utilizar más material, en peso, en comparación con los de plástico. La huella hídrica de los demás componentes de los envases (capas de barrera, adhesivos, tintas) también debe tenerse en cuenta a la hora de evaluar el impacto global.

Incluso con las mejores prácticas implementadas, la producción de papel sigue teniendo una mayor huella hídrica. Algunos fabricantes están trabajando para reducir el consumo de agua mediante sistemas de circuito cerrado e iniciativas de gestión responsable del agua.⁶⁵ Estas medidas ayudan a minimizar las extracciones y la contaminación, y son pasos importantes, pero incluso con estas mejoras, la producción de papel sigue siendo, por lo general, más intensiva en agua que la producción de plástico.

El impacto del uso del agua depende en gran medida del contexto local. Especialmente en regiones con escasez de agua, una alta demanda hídrica puede agravar el estrés hídrico y ejercer una presión directa sobre las comunidades y los ecosistemas locales.



RIESGOS PARA CUALQUIER ENVASE FLEXIBLE

LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DEPENDEN EN GRAN MEDIDA DEL CONTEXTO

Tanto en el caso del papel como del plástico, la huella de gases de efecto invernadero varía mucho en función del diseño del envase, las cadenas de suministro y las combinaciones energéticas locales. Por kilogramo, las emisiones derivadas de la producción, la transformación y el moldeado suelen ser menores en el caso del papel que en el del plástico de origen fósil.⁶⁶ Sin embargo, los envases flexibles de papel suelen requerir más material en peso para lograr el mismo rendimiento, lo que puede contrarrestar estas ventajas. Como regla general, los envases de papel pueden tener menores emisiones cuando su peso es inferior a 1,5 veces el del plástico al que sustituyen.⁶⁷ Esto no tiene en cuenta las vías al final de su vida útil ni otros componentes de los envases, como capas de barrera, aditivos y tintas, que pueden contribuir de manera significativa a las emisiones totales de gases de efecto invernadero.

Las prácticas de abastecimiento son fundamentales para el impacto global del carbono. La forma en que se contabiliza el carbono en el abastecimiento de fibra tiene una gran influencia en los resultados de GEI. Algunos estudios tratan al carbono biogénico como carbono neutro, suponiendo que las emisiones liberadas durante la tala, el procesamiento o la eliminación se compensan con el rebrote forestal, aunque esta suposición puede ser engañosa. Las evaluaciones sólidas del ciclo de vida muestran que omitir las pérdidas de carbono del abastecimiento puede subestimar las emisiones netas de gases de efecto invernadero entre un 75 % y un 92 %.⁶⁸ A la hora de contabilizar el carbono, se debe tener en cuenta todo el ciclo de vida del producto, desde su origen hasta su fin. Siempre se deben incluir las emisiones liberadas durante las actividades de tala (como el uso de motosierras) y el procesamiento de la madera para fabricar papel. Las emisiones asociadas al fin de la vida útil relacionadas con la eliminación deben contabilizarse adecuadamente.

El tratamiento al final de la vida útil es uno de los factores más importantes que contribuyen a las emisiones totales de GEI, tanto del papel como del plástico, en regiones con altos índices de mala gestión de residuos. En estas zonas, la eliminación en vertederos no gestionados o la quema pueden contribuir hasta en un 50 % a las emisiones totales relacionadas con los envases.⁶⁹

En las regiones donde los residuos se queman principalmente, los envases flexibles de papel pueden tener una huella de carbono menor que los equivalentes de plástico. Cuando se queman, ambos materiales liberan carbono, pero la quema de plástico fósil —incluidos los envases de papel con polímeros fósiles— añade nuevo carbono a la atmósfera, mientras que el papel libera carbono biogénico que fue absorbido de la atmósfera durante el crecimiento de los árboles.

Cuando los vertederos no gestionados son la principal vía de eliminación, los envases flexibles de papel pueden tener una huella de carbono mayor que los equivalentes de plástico. Esto se debe a que el papel puede descomponerse anaeróbicamente en los vertederos, liberando metano,⁷⁰ mientras que el plástico es en gran medida inerte. Incluso cuando se está llevando a cabo la rehabilitación de los vertederos, la captura de metano de los antiguos emplazamientos sin revestimiento es difícil y, a menudo, no es una prioridad.⁷¹ Como aproximación, el papel tiende a tener un impacto de GEI menor que el plástico cuando el vertedero es menos de 1,5 veces más probable que la incineración.⁷²

Factor de GEI

“Regla general” aproximada⁷³

Los envases flexibles de papel pueden ser menos intensivos en carbono que sus equivalentes de plástico si...

Peso

..pesan menos de **-1,5 veces** el peso del equivalente en plástico⁷⁴

Tratamiento al final de la vida útil

...el vertido es menos que **-1,5 veces más probable** que la quema⁷⁵

Nota: La regla general no debe sustituir a la evaluación caso por caso

LOS IMPACTOS DE LA EUTROFIZACIÓN SIGUEN SIN ENTENDERSE BIEN

Tanto los residuos de papel como los de plástico pueden contribuir a la eutrofización si se filtran al medioambiente.

La eutrofización es el enriquecimiento de nutrientes de los sistemas acuáticos que puede provocar la proliferación de algas y el agotamiento del oxígeno. El papel puede liberar aditivos que contienen nitrógeno más rápidamente a medida que se descompone, mientras que los plásticos pueden afectar indirectamente a los ciclos de nutrientes al adsorber contaminantes y alterar el comportamiento alimentario acuático.^{76,77}

La magnitud del impacto es incierta y se requiere más investigación. Las evaluaciones del ciclo de vida europeas generalmente no identifican la eutrofización como una categoría de impacto importante para el papel.⁷⁸ Sin embargo, estos estudios tienden a excluir los impactos derivados de las fugas medioambientales. Los expertos sugieren que el riesgo de eutrofización derivado de las fugas de los envases es probablemente menor que el asociado a las fugas de residuos alimentarios,⁷⁹ pero las evidencias sobre los impactos de la eutrofización tanto de los envases de papel como de los de plástico son limitadas.

LOS RIESGOS QUÍMICOS DEPENDEN PRINCIPALMENTE DEL DISEÑO DEL ENVASE, NO DE LA ELECCIÓN DEL MATERIAL

Tanto los envases de papel como los de plástico pueden introducir sustancias potencialmente nocivas en el medioambiente y en los sistemas de salud humana.

Tanto los envases de papel como los de plástico pueden introducir sustancias potencialmente nocivas en el medioambiente y en los sistemas de salud humana.⁸⁰ Los riesgos provienen principalmente de los aditivos, estabilizadores, monómeros residuales, tintas, adhesivos, recubrimientos y capas de barrera, más que del material base en sí. Estas sustancias pueden migrar a los alimentos desde el envase, persistir en los ecosistemas y entrar en las cadenas alimentarias, con un amplio abanico de posibles efectos en la salud humana, incluidos los sistemas reproductivo, inmunológico y cardiovascular.^{81,82}

Los impactos se definen en gran medida por el diseño del empaque. Aunque siempre existe el riesgo de que se introduzcan sustancias no intencionadas en el material, la huella química general también depende en gran medida de los ingredientes químicos utilizados intencionadamente. Por lo tanto, diseñar envases teniendo en cuenta la seguridad química es esencial para reducir los riesgos potenciales.

Las medidas de protección actuales requieren alineación.

Las pruebas de ecotoxicidad, como las que se exigen para la certificación de compostabilidad doméstica, no se aplican de manera uniforme en todo el mundo: algunas exigen pruebas de ecotoxicidad solo con plantas, mientras que otras también exigen pruebas de ecotoxicidad con lombrices de tierra y bacterias. Además, el uso intencionado de componentes que aparecen en la lista de Sustancias Extremadamente Preocupantes y productos químicos orgánicos fluorados está siendo cada vez más prohibido por las organizaciones de certificación de todo el mundo, pero requiere una mayor armonización y podrían seguir existiendo importantes lagunas normativas.

03

**SEIS CRITERIOS
FUNDAMENTALES
PARA EL DISEÑO
RESPONSABLE DE
ENVASES FLEXIBLES
A BASE DE PAPEL**

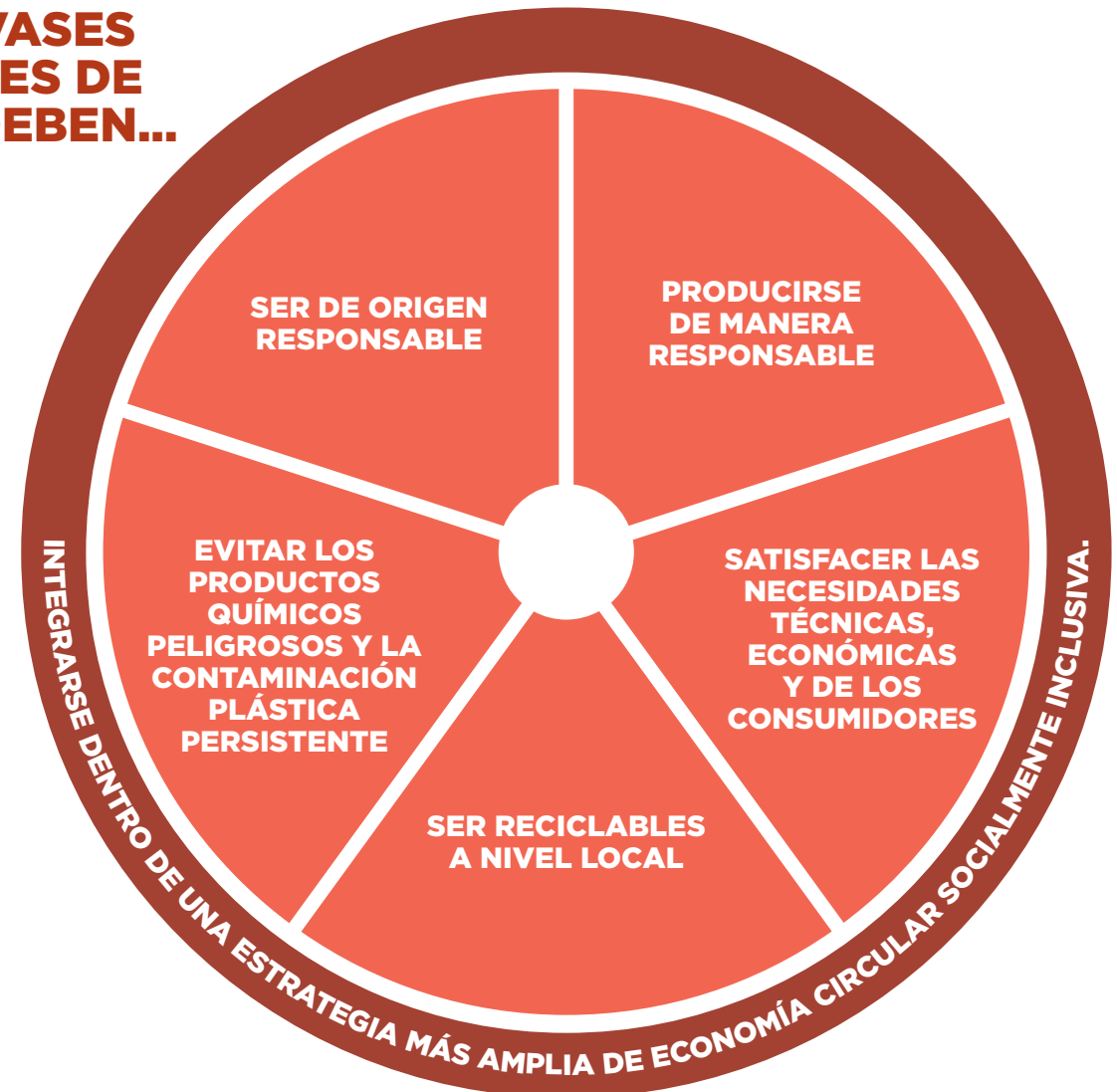
Seis criterios fundamentales establecen un marco claro para los envases flexibles de papel de pequeño formato en mercados con altas tasas de fuga. En conjunto, proporcionan pautas claras y orientación para innovadores, empresas, inversionistas y formuladores de políticas con el fin de ayudar a aprovechar las ventajas potenciales de las soluciones basadas en papel y minimizar los riesgos. Se aplican a toda la estructura del envase, incluyendo el papel base, las capas de barrera, los adhesivos, las tintas, los barnices y otros componentes. El incumplimiento de cualquiera de ellos puede socavar los resultados medioambientales y la confianza en las alternativas basadas en papel.

Hoy en día, no existe ningún tipo de envase que cumpla todos los criterios para la gran mayoría de aplicaciones.

Los primeros avances indican un impulso real, pero se necesita mucha más innovación para ampliar la gama de aplicaciones en las que el papel diseñado de forma responsable se convierta en una herramienta viable técnica y económicamente. En particular, combinar la biodegradabilidad con los requisitos de rendimiento y reciclabilidad sigue siendo un reto en materia de innovación. El ritmo y la viabilidad de los avances variarán en función del producto⁸³ y el tipo de envasado, la geografía y la madurez de la cadena de suministro.

La brecha actual entre esta ambición y los envases listos para salir al mercado debe reforzar, y no disuadir, los argumentos a favor de innovar, invertir y poner en marcha proyectos piloto ahora mismo. El desarrollo y la implementación de envases de papel diseñados de manera responsable no se lograrán de la noche a la mañana. Habrá pasos intermedios.⁸⁴ Estos deben diseñarse deliberadamente y tener como objetivo avanzar hacia el cumplimiento de los seis criterios.

LOS ENVASES FLEXIBLES DE PAPEL DEBEN...





ORIGEN RESPONSABLE

OBJETIVO

Garantizar que los envases flexibles de papel no contribuyan a aumentar la demanda de madera más allá de los límites ecológicos y que se respeten los derechos y los medios de vida de las comunidades locales e indígenas.

CÓMO

Implementar una estrategia integral que combine medidas individuales a nivel empresarial —para reducir el uso general de fibra, dar prioridad a las fibras preferibles desde el punto de vista medioambiental y garantizar las mejores prácticas de abastecimiento— con esfuerzos colaborativos a nivel sistémico para maximizar las mejores prácticas de abastecimiento en toda la industria y ampliar el uso de fibras responsables no derivadas de la madera.

Además del contenido reciclado, fibras no derivadas de la madera obtenidas de forma responsable —en particular las procedentes de residuos agrícolas— pueden desempeñar un papel importante en la ampliación del suministro responsable de fibras para envases, lo que resulta beneficioso desde el punto de vista medioambiental y social. Las fibras procedentes de residuos agrícolas obtenidas de forma responsable pueden tener un impacto en el uso del suelo entre un 80 % y un 100 % menor, así como un impacto mucho menor en la biodiversidad y el carbono, que la madera convencional.⁸⁸ La ampliación de estas materias primas requiere inversiones y colaboración específicas.

QUÉ SIGNIFICA ESTO EN LA PRÁCTICA

ACCIONES INDIVIDUALES DE LA EMPRESA:

- **Adoptar un enfoque global de la cartera en materia de abastecimiento de fibra, con el objetivo de reducir el uso total de fibra virgen y dar prioridad a las fibras preferibles desde el punto de vista medioambiental, siempre que sea posible para cada aplicación.**

Cualquier aumento en el uso de fibra virgen resultante del cambio a envases flexibles de papel debería compensarse, idealmente, con reducciones en otras partes de la cartera —por ejemplo, los envases secundarios y terciarios— mediante la mejora de la eficiencia de los recursos (incluida la eliminación de envases innecesarios, la optimización del diseño y la priorización de la reutilización cuando sea posible) y la preferencia de fibras recicladas y fibras no madereras de origen responsable cuando sea posible⁸⁵ y beneficioso para el medioambiente.⁸⁶

- **Obtener todas las materias primas de forma responsable, siguiendo las mejores prácticas** que protegen la biodiversidad, respetan los derechos de los pueblos indígenas y las comunidades locales, y mejoran la transparencia y la rendición de cuentas en todas las cadenas de suministro. Esto incluye evitar el abastecimiento en zonas relacionadas con la deforestación y la degradación forestal, mantener las reservas de carbono y aplicar medidas de protección sólidas para la tierra y las personas. Las prácticas de abastecimiento que apoyan el Marco Mundial para la Biodiversidad, como las definidas por la Coalición Forest Positive del Foro de Bienes de Consumo (CGF), junto con una certificación creíble —siendo el FSC el estándar más sólido y creíble⁸⁷—, son herramientas esenciales para mejorar la transparencia y reducir los riesgos de deforestación, degradación forestal y daños sociales. En los casos en que la certificación

no sea lo suficientemente sólida como para ofrecer garantías a las comunidades locales, las empresas deben reforzar sus propias políticas internas, como los mecanismos de reclamación.

ACCIONES COLABORATIVAS DE LAS EMPRESAS:

- **Abogar por una normativa** que apoye el suministro de fibra libre de deforestación y degradación y la conservación de los bosques en toda la cadena de suministro mundial.
- **Aumentar el uso responsable de fibras no derivadas de la madera** en toda la gama de envases cuando sea beneficioso para el medioambiente, reconociendo que ampliar estas innovaciones y cadenas de suministro llevará tiempo y requerirá una inversión inicial. Estas fibras deben ser reciclables, proceder de fuentes responsables y estar verificadas mediante programas fiables.
- **Colaborar con programas de certificación fiables** para fortalecer la trazabilidad del origen, la cadena de custodia, las prácticas regenerativas y la implementación en la medida necesaria para prevenir un mayor cambio climático y daño ecológico. Esto requeriría una mayor inversión en sistemas de trazabilidad y un mayor intercambio de datos a lo largo de la cadena de valor.

LIMITACIONES

Independientemente de la certificación, existe un límite global en la cantidad de madera que se puede producir de manera responsable. Por lo tanto, se debe dar prioridad a la reducción de la necesidad de envases, por ejemplo, mediante la reutilización, el rellenado y la eliminación de envases cuando sea posible.



OBJETIVO

Garantizar que los envases flexibles de papel no aumenten la presión sobre el clima y los recursos hídricos, especialmente teniendo en cuenta la mayor intensidad hídrica de la producción de papel y la gran variabilidad de las emisiones de gases de efecto invernadero.

CÓMO

Adquirir, producir y/o utilizar envases de papel con un impacto medioambiental mínimo. Esta sección se centra en el consumo de agua y las emisiones de gases de efecto invernadero, dos de los impactos medioambientales más pronunciados, desde su origen hasta su fin.

QUÉ SIGNIFICA ESTO EN LA PRÁCTICA

Evaluar, rastrear y minimizar el uso de agua y las emisiones de gases de efecto invernadero de todos los componentes de los envases, incluidos los sustratos, revestimientos, recubrimientos y aditivos, prestando especial atención al uso de agua en regiones con escasez de agua. Esto requerirá evaluaciones de ciclo de vida creíbles, caso por caso, que reflejen los datos específicos de los productores, las cadenas de suministro locales y las realidades de la gestión de residuos.

Diseñar los envases teniendo en cuenta las emisiones a lo largo de su ciclo de vida, incluido el posible tratamiento al final de su vida útil. Minimizar el peso de los envases puede reducir significativamente las emisiones de GEI. Las condiciones locales de gestión de residuos también influyen en gran medida en el impacto climático global. A medida que evolucionan los sistemas de gestión de residuos, estas dinámicas pueden cambiar, lo que refuerza la necesidad de realizar evaluaciones continuas y específicas para cada contexto a la hora de determinar si el papel es la opción más adecuada. Estos resultados finales también deben tenerse en cuenta junto con las limitaciones iniciales, incluidas las emisiones biogénicas y fósiles procedentes del abastecimiento, que pueden ser un factor clave en las emisiones de GEI.⁸⁹

Mejorar la eficiencia energética y la transición hacia energías renovables en toda la cadena de suministro. Esto requiere mejoras en las fábricas de papel, como la conversión de las calderas que funcionan con combustibles fósiles.

Aplicar las mejores prácticas de gestión del agua en la producción de papel. Large Las grandes variaciones en el uso del agua entre los distintos productores indican un importante potencial de mejora. Esto es especialmente importante si se tiene en cuenta que la industria de la pulpa y el papel se encuentra entre los mayores consumidores industriales de agua a nivel mundial,⁹⁰ mientras que la mitad de la población mundial vive en condiciones de gran estrés hídrico durante al menos un mes al año.⁹¹ Países como India y Chile se enfrentan tanto a un importante estrés hídrico como a una demanda en rápido crecimiento de envases flexibles, lo que aumenta la importancia de una producción y un abastecimiento eficientes en el uso del agua para cualquier uso de envases de papel. Las medidas para reducir la huella hídrica incluyen minimizar el peso del papel utilizado, invertir en sistemas de agua de circuito cerrado y alinear las cadenas de suministro con iniciativas de gestión del agua. El consumo de agua durante el reciclaje también debe tenerse en cuenta a la hora de elegir fibras y aditivos.

LIMITACIONES

A pesar de las continuas mejoras, es probable que el consumo de agua para la producción de papel siga siendo elevado, ya que el proceso de fabricación de pasta de papel depende fundamentalmente del agua. Evitar la producción o el reciclaje de papel en zonas con escasez de agua minimizará el impacto.



SATISFACER LAS NECESIDADES TÉCNICAS, ECONÓMICAS Y DE LOS CONSUMIDORES

OBJETIVO

Permitir que los envases se comercialicen sin generar consecuencias no deseadas, como un aumento del desperdicio de alimentos, daños en los productos o el rechazo de los consumidores, lo que puede socavar tanto los resultados medioambientales como la viabilidad comercial.

CÓMO

Asegurarse de que los envases brinden la protección del producto, la vida útil y la facilidad de uso para el consumidor que se necesitan en el contexto específico en el que se utilizan, de una manera que sea económicamente viable tanto para las empresas como para los consumidores.

QUÉ SIGNIFICA ESTO EN LA PRÁCTICA

Definir las especificaciones del envase basándose en las necesidades reales del producto, en lugar de basarse en comparaciones con los formatos de envases flexibles de plástico existentes y predeterminados, que a menudo exceden lo que realmente se necesita. Las necesidades técnicas varían significativamente según el producto y la geografía, por lo que las especificaciones deben establecerse en función de las condiciones en las que se utiliza el envase. La comparación con los formatos flexibles de plástico predeterminados puede dar lugar a una especificación excesiva sin aportar ningún valor añadido. La reformulación del producto también puede permitir un envasado más sostenible. Entre los aspectos clave a tener en cuenta se encuentran las propiedades mecánicas, las propiedades de barrera, el formato, la maquinabilidad en los procesos de llenado, sellado y etiquetado, el rendimiento en la cadena de suministro y los entornos minoristas, la comodidad para el consumidor y la viabilidad comercial.

Invertir en innovación para ofrecer soluciones de empaque en papel que satisfagan las necesidades técnicas, económicas y de los consumidores, al tiempo que se abordan todos los demás criterios fundamentales. El papel por sí solo rara vez ofrece la funcionalidad necesaria para la mayoría de las aplicaciones; normalmente se necesitan recubrimientos, aditivos o capas de polímeros para lograr las propiedades esenciales de barrera y rendimiento. Estos componentes deben diseñarse y combinarse de manera que satisfagan las necesidades de rendimiento y

de los consumidores, sin comprometer otros criterios fundamentales, y que sigan siendo rentables a escala comercial. Para la mayoría de las aplicaciones, aún no existen opciones viables que cumplan todos estos requisitos. En particular, combinar la biodegradabilidad con los requisitos de rendimiento y reciclabilidad sigue siendo un reto para la innovación. La maquinabilidad y la idoneidad de las máquinas para procesar envases de papel en tiempos de producción competitivos también es fundamental. Las innovaciones necesarias se detallan en la siguiente sección, titulada “Cerrar la brecha: las innovaciones necesarias”.

Ampliar la gama de aplicaciones en las que las soluciones basadas en papel diseñadas de manera responsable son técnica y económicamente viables requerirá la colaboración de toda la industria, incluyendo marcas, proveedores y formuladores de políticas, para compartir conocimientos, repartir costos y riesgos, y permitir economías de escala.

Involucrar a los consumidores para fomentar la adopción. El éxito también depende de la aceptación por parte de los clientes, y es posible que las soluciones de empaque que funcionan bien desde el punto de vista técnico sigan entrando en conflicto con las expectativas de los consumidores. Las marcas pueden desempeñar un papel influyente a la hora de abordar esta cuestión, moldeando la comprensión y las expectativas de los consumidores, por ejemplo, mediante diseños listos para la venta y kits de herramientas de comercialización para apoyar a los minoristas.



RECICLABLE A NIVEL LOCAL

OBJETIVO

Para garantizar que, junto con los importantes esfuerzos realizados para ampliar la infraestructura de recolección, los envases tengan una alta posibilidad de ser reciclados en la práctica, manteniendo los materiales en la economía y reduciendo la necesidad de utilizar materiales vírgenes.

CÓMO

Diseñar envases de papel que sean claramente reconocibles como tal y prácticos de manejar después de su uso para los consumidores, los recolectores de residuos, los clasificadores y los gestores formales de residuos, y que se ajusten a las directrices de reciclaje ampliamente reconocidas, idealmente directrices locales de reciclabilidad, cuando existan.

Al mismo tiempo, ayudar a ampliar la infraestructura mediante la colaboración y políticas sectoriales para garantizar que los envases de papel se recojan y reciclen en la práctica.

QUÉ SIGNIFICA ESTO EN LA PRÁCTICA

Diseñar envases que cumplan las directrices locales de reciclabilidad, allí donde existan. Los criterios de diseño que determinan si es probable que los envases de papel se recojan, clasifiquen y reciclen con éxito varían según la zona geográfica. Por lo tanto, deben aplicarse las directrices locales de reciclabilidad cuando estén disponibles. Cuando no lo estén, deben elaborarse en consulta con los recicladores locales, teniendo en cuenta las condiciones y limitaciones locales de procesamiento, incluida la escasez de agua.

Utilizar las directrices internacionales como referencia cuando no existan directrices locales. En las regiones que no cuentan con directrices de diseño establecidas, las directrices internacionales ampliamente reconocidas pueden constituir un punto de partida útil, pero deben adaptarse a las realidades locales de procesamiento⁹² en lugar de aplicarse de forma generalizada. Por ejemplo, las directrices 4Evergreen para “fábricas de reciclaje con procesos convencionales” o “fábricas estándar” constituyen un sólido punto de referencia.⁹³ Aunque se han elaborado para el contexto europeo, son unas de las directrices más completas y ampliamente respaldadas que existen. Si bien el cumplimiento de esta norma no garantiza que los envases sean aceptados o procesados con éxito en las fábricas locales de todas las zonas geográficas, la mayoría de sus criterios de diseño contribuirán a mejorar la viabilidad técnica del reciclaje.

Ampliar la infraestructura de recolección y reciclaje mediante la colaboración y políticas a nivel sectorial. Para más detalles, ver la sexta condición crítica, “Parte de una estrategia de economía circular más amplia y socialmente inclusiva”.

LIMITACIONES

El reciclaje de circuito cerrado sigue siendo limitado para algunas aplicaciones. Por ejemplo, el papel apto para uso alimentario, que a menudo se “infrarrecicla” en otros formatos de papel en lugar de devolverlos a aplicaciones equivalentes.



EVITAR LOS PRODUCTOS QUÍMICOS PELIGROSOS Y LA CONTAMINACIÓN PLÁSTICA PERSISTENTE

OBJETIVO

Garantizar que los envases no introduzcan sustancias peligrosas, ni durante su uso ni después de él, y que no provoquen una contaminación plástica persistente en el caso indeseado de que se escapen de los flujos de residuos gestionados. Dado que la ampliación de los sistemas integrales de recolección, clasificación y reciclaje requerirá mucho tiempo, financiación e intervenciones políticas, el diseño de los envases que evita las sustancias peligrosas o la contaminación plástica persistente proporciona una red de seguridad provisional, especialmente en mercados con bajas tasas de recolección. El objetivo a largo plazo es detener por completo las fugas.

CÓMO

Diseñar envases que cumplan con especificaciones sólidas y reconocidas para el compostaje doméstico y la biodegradabilidad en los suelos, el agua dulce y el entorno marino. Es esencial diseñar envases teniendo en cuenta la seguridad química, y considerar las listas de sustancias químicas restringidas y ampliamente reconocidas puede ser de gran ayuda. Los envases deben proporcionar instrucciones claras para su eliminación, a fin de evitar que se conviertan en basura.

QUÉ SIGNIFICA ESTO EN LA PRÁCTICA

Diseñar envases de manera que toda la estructura —incluidos el sustrato, los revestimientos y los aditivos— cumpla con especificaciones estándar sólidas y reconocidas para el compostaje doméstico y la biodegradabilidad en suelos, agua dulce y entornos marinos. A falta de un método universal para medir todos los impactos ambientales reales de las fugas de los envases, el mejor indicador disponible es el cumplimiento de las estrictas normas vigentes en materia de compostaje doméstico⁹⁴ y biodegradación en entornos marinos, de agua dulce y terrestres.⁹⁵ Los sistemas de certificación más estrictos y científicamente actualizados proporcionan puntos de referencia útiles para esta evaluación (ver el apéndice II para más detalles). Entre los ejemplos de sistemas de certificación de referencia se incluyen:

- OK compost HOME (TÜV Austria)
- Compostable en el hogar certificado por DIN (DIN CERTCO)
- Compostable en el hogar y comercialmente (BPI)
- Verificación de compostabilidad doméstica (ABA)
- OK Biodegradable en el suelo (TÜV Austria)
- Certificado DIN Biodegradable en el suelo (DIN CERTCO)
- Verificación de biodegradabilidad en suelo (ABA)

- Biodegradable en agua OK (TÜV Austria)
- Biodegradable en el mar (TÜV Austria)
- Certificado DIN Biodegradable en el medio marino (DIN CERTCO).

Cumplir con las listas de sustancias químicas restringidas ampliamente reconocidas. La seguridad y la persistencia de las sustancias químicas deben abordarse con la misma urgencia que la contaminación física. Como mínimo, los envases deben cumplir con las listas de sustancias químicas restringidas ampliamente reconocidas, como las que figuran en los reglamentos REACH y COP de la UE, y no deben contener sustancias químicas PFAS.

Proporcionar instrucciones claras y precisas sobre la eliminación y evitar afirmaciones medioambientales engañosas. El envase debe centrarse en etiquetas con información clara sobre la eliminación, en lugar de afirmaciones sobre la biodegradabilidad.⁹⁶ El etiquetado “compostable en casa” puede ser engañoso cuando no está certificado según una norma reconocida, respaldada por evidencias de que la compostabilidad doméstica o industrial es factible y probable en la práctica en el contexto local.

LIMITACIONES

Aunque cumplir con estas especificaciones estándar es el mejor indicador disponible de una reducción significativa del impacto,⁹⁷ es posible que no elimine por completo los riesgos, ya que no garantiza la biodegradación total en un plazo determinado ni en todas las condiciones del mundo real. Ningún envase, ya sea de papel o plástico, puede garantizar un impacto cero en caso de fuga.

Las pruebas de biodegradabilidad se realizan en condiciones controladas de laboratorio, que difieren de la amplia gama de entornos en los que pueden acabar los envases. Por este motivo, los métodos de prueba estándar para la biodegradabilidad deben seguir evolucionando y armonizarse a nivel mundial para demostrar el potencial de biodegradación inherente de los materiales en condiciones definidas y reproducibles, mientras que se necesitan pruebas complementarias sobre el terreno y de desintegración para reflejar mejor la variación real de factores como la luz solar, la temperatura y la disponibilidad de oxígeno.

Las listas actuales de sustancias químicas restringidas y las pruebas de ecotoxicidad requeridas para la certificación de compostabilidad doméstica y biodegradabilidad solo abordan una parte del riesgo derivado de la exposición a sustancias químicas. Solo recogen un subconjunto limitado de las sustancias químicas que se utilizan y no evalúan todo el espectro de posibles efectos sobre la salud humana y los ecosistemas. Esto pone de relieve la necesidad de un diseño preventivo y de transparencia en toda la cadena de suministro. La innovación continua en revestimientos de barrera, adhesivos y tintas más seguros será fundamental para garantizar que los envases flexibles de papel no introduzcan riesgos nuevos o poco conocidos, al tiempo que se aborda la contaminación por plásticos.

Minimizar el daño cuando terminan en el medioambiente no es una solución a largo plazo y no disminuye la urgencia de detener por completo las fugas.



PARTE DE UNA ESTRATEGIA DE ECONOMÍA CIRCULAR MÁS AMPLIA Y SOCIALMENTE INCLUSIVA

OBJETIVO

Garantizar que cualquier sustitución de materiales contribuya de manera significativa a reducir los residuos y la contaminación de los envases de plástico flexible, permitiendo la transición hacia una economía circular y respaldando los medios de vida de los trabajadores del sector informal de los residuos.

CÓMO

Implementar envases flexibles de papel diseñados de manera responsable como parte de una estrategia más amplia de economía circular que dé prioridad a modelos de distribución alternativos, como la reutilización, y a formatos que reduzcan la dependencia de los envases de pequeño tamaño, con el apoyo de sistemas integrales de recolección, clasificación y reciclaje. La sustitución de materiales por sí sola no puede abordar los retos que plantean los residuos y la contaminación de los envases flexibles.

QUÉ SIGNIFICA ESTO EN LA PRÁCTICA

Evaluar las carteras de envases flexibles por región, canal y producto para identificar las vías más impactantes para cada contexto. En algunos casos, la sustitución de materiales será adecuada, pero en otros se puede lograr un mayor impacto mediante formatos o modelos de entrega alternativos. Aún existe un importante potencial sin explotar para reducir por completo la dependencia de los envases flexibles de pequeño formato, y la primera prioridad debe ser identificar y ampliar estas oportunidades.

Unirse a los programas de demostración de reutilización de múltiples empresas. Los programas de demostración de reutilización que son multimarca, multiminoristas, que utilizan infraestructura y/o embalajes compartidos y operan a escala local pueden ayudar a superar las barreras de costos y de comportamiento de los consumidores a las que se enfrentan las empresas de forma individual. Estas iniciativas también pueden servir de base para la formulación de políticas y desbloquear la financiación para una mayor ampliación.

Abogar por políticas habilitadoras. Las políticas desempeñan un papel importante a la hora de incentivar y mejorar la viabilidad, la factibilidad o la conveniencia de las alternativas al envase flexible de pequeño formato. Esto debería incluir la armonización de las directrices y normativas sobre reutilización, el establecimiento de objetivos claros para los sistemas de reutilización e incentivos financieros para mejorar la economía. Las eliminaciones graduales reguladas y con plazos determinados, cuando sean apropiadas, también pueden acelerar la ampliación.

Aumentar los esfuerzos para establecer una infraestructura inclusiva de recolección y clasificación para todos los envases. Los sistemas eficaces de recolección y clasificación son fundamentales en todas las estrategias de envasado. La implementación de estos sistemas requiere la colaboración de la industria y los gobiernos, lo que incluye desbloquear la coinversión de fondos públicos y privados y demostrar caminos viables para la transformación del sistema a escala nacional. Los programas eficaces de responsabilidad extendida del productor (REP) y otras políticas habilitadoras que estimulan el diseño para el reciclaje y el uso de contenido reciclado desempeñan un papel crucial. Los esfuerzos de promoción comprometidos, la colaboración con el sector de los residuos y los proyectos de demostración pueden ayudar a acelerar este proceso.

Garantizar que las estrategias de economía circular sean socialmente inclusivas y apoyen una transición justa. Los recolectores informales de residuos constituyen la columna vertebral de los sistemas de recolección y reciclaje en muchos países con altas tasas de fuga, y cualquier cambio en los sistemas de envasado puede afectar directamente a sus ingresos y condiciones de trabajo, que ya se ven amenazados por el aumento de las temperaturas y los fenómenos meteorológicos extremos causados por el cambio climático. Un enfoque socialmente inclusivo significa proteger los medios de vida, invertir en la adaptación al clima, garantizar una compensación justa y entornos de trabajo seguros, e involucrar de manera significativa a los recolectores de residuos en el diseño del sistema. También significa permitir el acceso asequible a productos esenciales para los consumidores de bajos ingresos a medida que evolucionan los sistemas y los formatos de envasado. Las transiciones hacia la economía circular deben crear oportunidades económicas inclusivas para los grupos socioeconómicos de bajos ingresos, en lugar de agravar las vulnerabilidades existentes.



04

**CERRANDO LAS
BRECHAS: LAS
INNOVACIONES
NECESARIAS**

Ofrecer alternativas flexibles basadas en papel que cumplan los seis criterios fundamentales y que, al mismo tiempo, sean económicamente viables, supondrá un cambio radical en materia de innovación. Para la mayoría de las aplicaciones, este tipo de envases no está disponible actualmente a escala comercial. Para algunas aplicaciones, existen envases flexibles reciclables basados en papel, pero estas soluciones no suelen ser compostables en el hogar ni biodegradables y, a menudo, su costo es significativamente mayor que el de sus alternativas de plástico. Esta sección se centra exclusivamente en las innovaciones necesarias en el diseño de envases, no en los sistemas de gestión de residuos.

Se necesitan avances en el abastecimiento de materiales, la producción de papel y la tecnología de envasado. Entre los retos específicos se incluyen:

- **Rendimiento técnico de las fibras no derivadas de la madera,** reciclabilidad y suministro responsable
- **Eficiencia hídrica y descarbonización** de la producción y el reciclaje del papel
- **Mejoras en el rendimiento de las barreras** (incluidos los materiales de recubrimiento) que sean reciclables, compostables en el hogar y biodegradables en todos los entornos
- **Tintas, adhesivos y aditivos** no tóxicos, compostables en casa y biodegradables en todos los entornos
- **Capacidad de mecanización** y adecuación de las máquinas para procesar envases de papel en tiempos de funcionamiento competitivos

El interés y la inversión en este ámbito están creciendo.

En 2025, empresas como Amcor y Kraft Heinz lanzaron retos de innovación abierta que incluyen un enfoque en los envases flexibles a base de papel, y cada vez más marcas están dando prioridad a estos materiales en sus estrategias de I+D. Mientras tanto, innovadores como Pakka y Varden están incorporando fibra no maderera responsable a las

aplicaciones de empaque flexible. En conjunto, estos avances indican un claro impulso para replantear el papel como un material de empaque circular, flexible y de alto rendimiento.

Aunque aún se necesitan avances significativos, están surgiendo progresos alentadores. Avances en la modificación de la superficie del papel, los biopolímeros y otros recubrimientos, y las tintas han permitido avances en el rendimiento de las barreras y la reciclabilidad, al tiempo que cumplen con las especificaciones estándar de compostabilidad doméstica y biodegradabilidad. Por ejemplo, las tecnologías de recubrimiento emergentes, como la deposición de capas atómicas, permiten crear capas de barrera ultrafinas, que ofrecen altas barreras a un menor costo y con una reciclabilidad mejorada, mientras que las innovaciones en fibras responsables no derivadas de la madera están ampliando la gama de posibles fuentes de materia prima y aplicaciones. En la Figura 3 se enumeran algunos ejemplos de innovaciones.

El ritmo y la viabilidad de la innovación variarán sustancialmente según el tipo de producto. Por ejemplo, las soluciones para aplicaciones con menor requisito de barrera al oxígeno o la humedad serán viables antes que las que requieren envases con barrera alta. Los productos líquidos o grasosos pueden ser especialmente difíciles. En algunos casos, la reformulación del producto puede abrir diferentes opciones de envasado. Hasta la fecha, las soluciones biodegradables se limitan en gran medida a aplicaciones de baja barrera, su compatibilidad con el reciclaje aún debe demostrarse y la mayoría no están disponibles a escala comercial. Esto pone de relieve una necesidad y una oportunidad para una mayor inversión y desarrollo. La Figura 2 ofrece un calendario indicativo de la madurez tecnológica, los retos y los factores que influyen en los costos, basado en opiniones de expertos.

El costo sigue siendo uno de los mayores obstáculos para la expansión. Hoy en día, las opciones de envases flexibles de papel compostables en casa suelen ser entre dos y seis

veces más caras que las alternativas de plástico. Esto se debe a que la producción es más lenta, los costos de los materiales son más altos y se necesitan capas de barrera adicionales, además de los posibles gastos de capital para ajustar o modernizar las líneas de embalaje. En el caso de los productos de pequeño formato con márgenes reducidos, incluso un modesto aumento en el costo del envase puede afectar la competitividad y, en algunos casos, el acceso a los productos por parte de los consumidores de bajos ingresos.

Las economías de escala podrían reducir los costos con el tiempo. Las tiradas de producción más grandes y la mejora de la eficiencia en la fabricación pueden contribuir a reducir los costos unitarios. Medidas políticas como los programas de responsabilidad extendida del productor (REP) modulados ecológicamente, la eliminación regulatoria de diseños de envases no reciclables, mandatos de contenido reciclado y subsidios específicos podrían crear incentivos que permitan una ampliación más rápida.

La colaboración entre marcas y a lo largo de la cadena de suministro puede acelerar aún más la reducción de costos y la escalabilidad. Al compartir costos y riesgos, y permitir un aprendizaje más rápido y economías de escala, la colaboración puede ayudar a llevar soluciones viables al mercado más rápidamente y a un menor costo.

Con suficiente innovación e inversión, los envases de papel podrían convertirse en una opción viable en una gama más amplia de casos de uso. El plástico se ha beneficiado de décadas de optimización: en los últimos 15-20 años, las líneas de llenado que antes funcionaban tanto con papel como con plástico se han convertido y ajustado para procesos exclusivamente de plástico. Aplicar la misma creatividad, talento e inversión a la reinención de los envases de papel podría abrir nuevas posibilidades, haciendo que los envases de papel diseñados de forma responsable sean una opción técnica y comercialmente viable en más mercados y tipos de envases.

Criterios fundamentales Retos de innovación	Factores que influyen en el costo		Hoy ➤	1-5 años ➤➤	5+ años ➤➤➤	10+ años ➤➤➤➤
INNOVACIÓN EN EL ABASTECIMIENTO						
Abastecimiento responsable	Mejorar el rendimiento de los materiales de fibras no madereras (residuos agrícolas/cultivos libres de deforestación) en aplicaciones de embalaje, incluyendo propiedades mecánicas y de barrera, y con recubrimientos y aplicaciones de reciclaje.	Infraestructura necesaria para crear modelos de suministro centralizados y modernizar las fábricas para fibras alternativas.	Uso parcial de de fibras no madereras (fibras no derivadas de la madera representan alrededor del 3 % del mercado de la fibra)	Ampliar la capacidad de pulpa para fibras no maderosa, así como la diversidad de fibras y aplicaciones de productos	Cadenas de suministro de fibras no madereras certificadas disponibles para satisfacer una demanda significativa	
INNOVACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE PAPEL						
Producción responsable	Avanzar en la eficiencia hídrica y de tecnologías de descarbonización incluidos los sistemas de reutilización de agua, tratamiento de aguas residuales, calderas alimentadas con energías renovables y eficiencia de los procesos.	Se requiere un alto gasto de capital para modernizar las fábricas, en particular, para convertir calderas de combustibles fósiles. Además de los mayores costos operativos de eliminación responsable del agua.	Amplia variación en materia de emisiones y uso del agua, con buenas prácticas poco implementadas.	Optimizar y modernizar las sistemas existentes	Implementar tecnologías de producción y tratamiento totalmente renovables y más limpias, con un desembolso de capital facilitado gracias a financiación externa o incentivos políticos.	
INNOVACIÓN EN EMBALAJE						
Técnica y económicamente viable Reciclable en los flujos locales Evita el uso de productos químicos peligrosos y la contaminación persistente por plásticos	Mejora de las propiedades de barrera para envases reciclables y biodegradables (“doble fin de vida útil”)	Los recubrimientos y revestimientos compostables en casa/ biodegradables son caros y aún no están disponibles a gran escala. Por ejemplo, PHA, polímeros a base de almidón, PBS.	Falta de escala, ya que aún no se dispone de doble fin de vida útil para la mayoría de las aplicaciones Papel reciclable con recubrimiento plástico (PE/PP) con barreras medias disponible a un alto costo.	Suministro de materiales y recubrimientos a gran escala, e inversión en I+D para lograr un doble fin de vida útil A gran escala, recubrimientos de doble fin de vida útil para formatos rígidos y recubrimientos solo reciclables para envases flexibles en mercados con bajas fugas.	Doble fin de vida útil que está surgiendo en el mercado de los flexibles Mejora de la resistencia de los sellos y reducción de los costos gracias a la madurez del sector.	Introducir en el mercado flexibles de doble fin de vida comercialmente viables Doble fin de vida ampliamente escalado para requisitos de barrera baja y media, y emergente para requisitos de barrera más elevados.
	Desarrollar tintas, adhesivos y aditivos que sean compostables en el hogar, no tóxicos y biodegradables.	El costo del sustrato de papel puede ser superior al del sustrato de película plástica virgen sustituido.	Una alta barrera contra la humedad requiere metalización, lo cual es costoso y puede ser rechazado por las fábricas, incluso si se demuestra que es repulpable.	Sirgen recubrimientos biodegradables que permiten cumplir con altos requisitos de barrera (por ejemplo, líquidos, grasas) en condiciones climáticas cálidas y húmedas.	Lanzamiento al mercado de recubrimientos biodegradables para requisitos de alta barrera.	Minimizar el espesor de los componentes no fibrosos para mejorar aún más la reciclabilidad y el costo.
	Mejorar la maquinabilidad de los empaques y la idoneidad de las máquinas para permitir tiempos de funcionamiento competitivos, incluido el sellado.	Tiempos de ejecución más largos debido al mayor tiempo de sellado, al paso adicional de aplicar el recubrimiento y al riesgo de desgarro.	Los sustratos de papel compostables están disponibles a pequeña escala.	Máquinas reacondicionadas e instaladas en función de las pruebas realizadas en los primeros lanzamientos.	Mayor disponibilidad de materiales de recubrimiento y sustrato.	
		Se requiere Inversión de capital para modernizar la maquinaria existente y construir equipos novedosos que permitan adaptarse y producir envases de papel a gran escala.	Los recubrimientos con propiedades de barrera media están disponibles para aplicaciones rígidas a un alto costo.			

Los plazos de innovación no se pueden predecir con certeza. Este calendario es meramente indicativo y se basa en entrevistas con expertos.



Reto de innovación

Ejemplos de innovaciones

INNOVACIÓN EN EL ABASTECIMIENTO

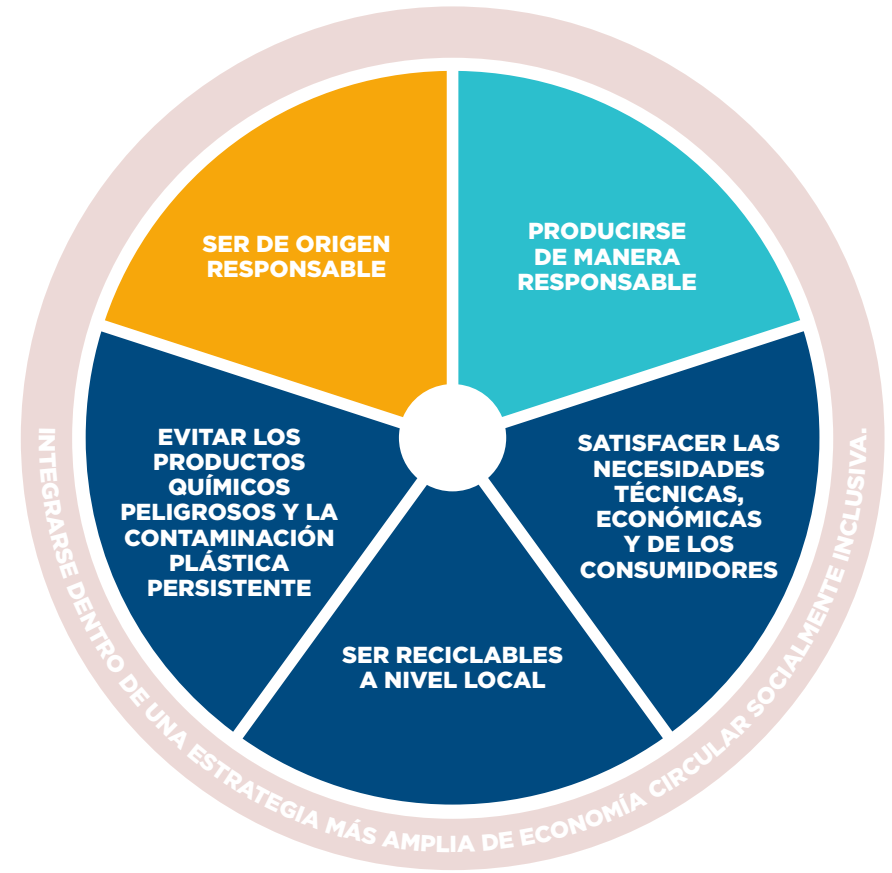
Mejorar el rendimiento de los materiales de fibras no madereras	<ul style="list-style-type: none"> Refinado enzimático de residuos agrícolas Innovaciones en la pulpa Aplicaciones probadas en cartón y cartón corrugado con mezclas de fibras específicas para cada grado
--	---

INNOVACIÓN EN LA PRODUCCIÓN DE PAPEL

Tecnologías avanzadas de eficiencia hídrica y descarbonización	<ul style="list-style-type: none"> Sistemas de agua de circuito cerrado Conversiones de calderas de biomasa Captura de carbono
---	---

INNOVACIÓN EN EL EMBALAJE

Mejorar las propiedades de barrera de los envases reciclables y biodegradables	<ul style="list-style-type: none"> Biopolímeros modificados y compuestos PHA Recubrimientos a base de minerales Recubrimientos a base de seda Barreras cromogénicas Papel formado por espuma Deposición espacial de capa atómica
Develop inks, adhesives, and additives that are home-compostable, non-toxic, and biodegradable	<ul style="list-style-type: none"> Plastificantes de origen biológico; Tintas a base de agua Tintas a base de aceite vegetal Pigmentos a base de celulosa, barnices acuosos Adhesivos de biopolímeros
Improve machines and machinability of packaging	<ul style="list-style-type: none"> Sellador en frío Recubrimiento de cortina multicapa Prensas de impresión flexográfica Recubrimientos de barrera aplicados mediante impresión Soluciones “drop-in” para operaciones existentes



05

**QUÉ SE
NECESITA
PARA AMPLIAR
EL USO DE
ENVASES
FLEXIBLES
DE PAPEL
DISEÑADOS
DE MANERA
RESPONSABLE**

Para promover las soluciones basadas en papel y ampliarlas de acuerdo con los criterios fundamentales, será necesario adoptar medidas importantes en cuatro áreas clave. En cada una de ellas, tanto la industria como el gobierno tienen un papel importante que desempeñar. En la página siguiente se detallan las medidas prioritarias específicas para las empresas y los formuladores de políticas.

Los líderes del sector pueden ser pioneros en la ampliación del uso de envases de papel diseñados de forma responsable mediante acciones empresariales individuales. Pero esto por sí solo no será suficiente. El cumplimiento de los seis criterios fundamentales a gran escala dependerá en última instancia de la colaboración y la promoción a nivel sectorial para acelerar la innovación, la inversión y los sistemas habilitadores necesarios.

Los formuladores de políticas también desempeñan un papel fundamental en el establecimiento de las salvaguardias y las condiciones propicias necesarias para orientar el uso responsable de los envases de papel. A través de la regulación, los incentivos y la inversión pública, los gobiernos pueden ayudar a crear las condiciones necesarias para impulsar la innovación, mejorar la asequibilidad y apoyar un cambio sistémico en las cuatro áreas



Acelerar la innovación hacia soluciones basadas en papel que cumplan todos los criterios críticos



Establecer sistemas de recolección y reciclaje eficaces y socialmente inclusivos para envases flexibles de papel como parte de una gestión integral de residuos



Garantizar cadenas de suministro de fibra sostenibles y proteger los bosques a nivel empresarial y sistémico



Promover y dar prioridad a otras vías de solución (eliminación, reutilización) siempre que sea viable

ACCIONES PRIORITARIAS

ACCIÓN EMPRESARIAL

Individual y colaborativa

POLÍTICA

Impulsada por la defensa a nivel industrial



Acelerar la innovación

Compartir los esfuerzos de I+D

para reducir el costo, el riesgo y el tiempo necesarios para llevar al mercado a gran escala innovaciones materiales que cumplan los seis criterios fundamentales

Mejorar la viabilidad de los envases de papel diseñados de manera responsable

por ejemplo, mediante incentivos financieros, programas de responsabilidad extendida del productor (EPR) ecológicos y eficaces, financiación combinada y la eliminación gradual por parte de la normativa de los envases no reciclables.



Garantizar cadenas de suministro de fibra sostenibles y proteger los bosques

Establecer una estrategia de abastecimiento de fibra para toda la cartera

con el fin de reducir el uso general de fibra virgen y dar prioridad a las fibras preferibles desde el punto de vista medioambiental siempre que sea posible.

Garantizar que todas las materias primas se obtengan de forma responsable siguiendo las mejores prácticas.

Ampliar el suministro responsable de fibra no maderera

mediante la inversión en innovación e infraestructura de suministro y la creación de demanda

Garantizar un suministro responsable de fibra

mediante salvaguardias legales exigibles, la eliminación de las subvenciones que fomentan la tala industrial de bosques primarios y la contabilización de la pérdida de carbono forestal en los inventarios nacionales. Las políticas también deben dar prioridad a la protección de los derechos humanos y la conservación de las especies en peligro de extinción. Esto puede complementarse con programas para valorizar los residuos agrícolas como materia prima.

Colaborar con organismos de certificación y proveedores de papel fiables para mejorar la transparencia, fortalecer la rendición de cuentas y garantizar la credibilidad de las reclamaciones



Establecer sistemas eficaces y socialmente inclusivos de recolección y reciclaje

Financiar conjuntamente transformaciones a escala urbana⁹⁸

en la infraestructura de recolección y reciclaje de envases, involucrando y garantizando una transición justa para los recolectores de residuos, desbloqueando la coinversión de fondos públicos y privados, y mostrando un camino hacia la transformación del sistema a escala nacional.

Diseñar envases que sean reciclables a nivel local

de acuerdo con las directrices locales de reciclabilidad desarrolladas en colaboración con las industrias locales de gestión de residuos y reciclaje de papel.

Establecer políticas REP y otras políticas efectivas y socialmente inclusivas

que garanticen la financiación continua de las infraestructuras de recogida y reciclaje. Esto incluye programas de responsabilidad ampliada del productor (EPR) ecomodulados que reconozcan y recompensen los envases de papel diseñados de forma responsable. Las políticas deben garantizar el reconocimiento y la protección de los recolectores de residuos y apoyar una transición justa.

Armonizar las directrices o normativas de diseño para el reciclaje de envases flexibles de papel, con el apoyo de las industrias papeleras locales.



Avanzar y dar prioridad a otras vías de solución

Unirse a demostraciones de reutilización de múltiples empresas

que abarquen múltiples marcas y minoristas, operen a escala de ciudad o país y cuenten con infraestructura y embalajes de reutilización compartidos. Estos proyectos piloto pueden favorecer el aprendizaje, servir de base para la elaboración de políticas y desbloquear la financiación necesaria para una mayor expansión.

Identificar oportunidades para pasar de formatos pequeños

a volúmenes mayores y a modelos de reutilización y recarga cuando sea apropiado. Muchos tipos de reutilización requieren colaboración a lo largo de la cadena de valor y/o marcos normativos para escalar.

Incentivar las alternativas

al envasado flexible de pequeño formato cuando sea beneficioso, mediante políticas que mejoren su viabilidad, factibilidad o conveniencia, por ejemplo, normas y objetivos de reutilización, incentivos fiscales o financieros y eliminaciones regulatorias graduales razonables y con plazos determinados de los envases no reciclables, cuando sea apropiado.

Empaques flexibles de pequeño formato Flexible	Se refiere a envases flexibles primarios, de empresa a consumidor (B2C), de tamaño A5 o inferior, como sobres, envoltorios, bolsas y bolsitas tipo almohada.	Envases flexibles a base de papel	Envases flexibles fabricados principalmente a partir de un sustrato celulósico, derivado de fibras de madera o no madereras. Para que se considere reciclable en una fábrica de papel estándar, el contenido de fibra debe ser alto, normalmente superior al 80 % o 90 %, dependiendo del país. Sobre ese sustrato pueden incluir recubrimientos finos o laminados para proporcionar características de rendimiento, así como aditivos, adhesivos, tintas, etc. Los recubrimientos y laminados suelen estar fabricados con plásticos de origen fósil. Sin embargo, también pueden fabricarse con polímeros de carbohidratos, poliésteres y recubrimientos a base de cera. Aunque los envases flexibles de papel tienen el potencial de ser compostables en casa y biodegradables en diferentes entornos, la mayoría de los diseños actuales no cumplen estas normas.	Biodegradables	Capaz de ser descompuesto por microorganismos en dióxido de carbono, agua y sales minerales de cualquier otro elemento presente (mineralización) más nueva biomasa. ¹⁰¹ La biodegradación depende de las complejas condiciones biogeoquímicas de cada lugar de ensayo (por ejemplo, temperatura, nutrientes y oxígeno disponibles, actividad microbiana, etc.). Por lo tanto, las afirmaciones generalizadas sobre la biodegradabilidad solo pueden servir como aproximaciones y deben confirmarse mediante ensayos normalizados en condiciones de laboratorio. El comportamiento in situ puede variar en función de las condiciones, el tamaño del producto, el tipo de material y otros factores. ¹⁰² Biodegradable es una definición neutra en cuanto al material: tanto los productos a base de papel como los productos plásticos pueden ser completamente biodegradables. Los métodos de prueba y especificaciones normalizados aplicables se detallan en el apéndice II.
Mercados con altas tasas de fuga	Regiones en las que existe una alta probabilidad de que los residuos acaben en el medioambiente. Esto se debe normalmente a las bajas tasas de recolección y a las altas tasas de mala gestión de los residuos.				
Fugas de residuos	Flujo de residuos al medioambiente, incluyendo cuerpos de agua y tierra. Las fugas pueden ser intencionales o no intencionales y se ven agravadas por la mala gestión de los residuos. Se prevé que, de aquí a 2040, una cuarta parte de todos los residuos plásticos se filtrará al medioambiente si se mantiene la situación actual. ⁹⁹				
Residuos mal gestionados de residuos	Residuos que no se recogen, tratan ni eliminan en instalaciones controladas, incluidos los residuos que se queman al aire libre, se eliminan en vertederos no gestionados o no se recogen de ninguna otra forma. No incluye los residuos eliminados en vertederos gestionados, los residuos convertidos en energía y los reciclados. Se prevé que, de aquí a 2040, más de la mitad de todos los residuos plásticos se gestionen de forma inadecuada si se mantiene la situación actual. ¹⁰⁰	Envases de papel “diseñados de forma responsable”	Envases de papel que cumplen los seis criterios fundamentales establecidos en este informe.		

Compostable en el hogar

Capaz de degradarse mediante procesos biológicos durante el compostaje doméstico para producir dióxido de carbono, agua, compuestos inorgánicos y biomasa a un ritmo similar al de otros materiales compostables domésticos conocidos, sin dejar residuos visibles, distinguibles o tóxicos.¹⁰³ Cualquier afirmación sobre la compostabilidad doméstica debe estar respaldada por pruebas estandarizadas en condiciones de laboratorio, que suelen abordar cuatro aspectos: caracterización, biodegradación en un compostaje doméstico bien gestionado, desintegración en un compostaje doméstico bien gestionado y calidad del compost doméstico.¹⁰⁴ Compostable en el hogar es una definición neutra en cuanto al material: tanto los productos a base de papel como los productos a base de plástico pueden ser compostables en el hogar. Los métodos de prueba y las especificaciones normalizadas aplicables se detallan en el Apéndice II.

Plástico

Se utiliza aquí para describir materiales fabricados principalmente a partir de polímeros sintéticos o semisintéticos, incluidos los plásticos de origen fósil y biológico, así como los plásticos biodegradables, compostables industrialmente, compostables en el hogar y no biodegradables. No todos los plásticos causan contaminación persistente: la condición crítica “Evitar los productos químicos peligrosos y la contaminación persistente por plásticos” tiene como objetivo eliminar los plásticos persistentes, en lugar de buscar soluciones sin plásticos.

Abastecimiento responsable

Abastecimiento de recursos procedentes de cadenas de suministro que operan dentro de los límites ecológicos,¹⁰⁵ evitar la deforestación y la degradación forestal, mantener las reservas de carbono y la biodiversidad, respetar los derechos humanos y los medios de vida de las comunidades locales e indígenas, y garantizar que los bosques y la tierra sigan siendo resilientes y funcionales para las generaciones futuras.

APÉNDICE II: REVISIÓN DE LAS ESPECIFICACIONES Y CERTIFICACIONES DISPONIBLES EN MATERIA DE NORMAS DE BIODEGRADACIÓN Y COMPOSTABILIDAD DOMÉSTICA 41

Tal y como se establece en el criterio fundamental “Evitar los productos químicos peligrosos y la contaminación plástica persistente”, los envases flexibles de papel diseñados de forma responsable deben cumplir unos estrictos requisitos de ensayo en materia de compostabilidad doméstica y biodegradación en entornos marinos, de agua dulce y terrestres, tal y como estipulan las especificaciones estándar.

Estas especificaciones estándar definen los criterios de aprobado/reprobado y van de la mano con las reglas y directrices definidas en los esquemas de certificación. Cada organismo de certificación tiene su propio esquema o esquemas de certificación, que abordan temas que no se tratan en las especificaciones estándar, por ejemplo, cómo se deben probar los envases flexibles, cómo se deben probar las tintas, etc. Este apéndice presenta una selección de criterios de aprobado/reprobado, reglas y

directrices establecidos en las especificaciones estándar y los esquemas de certificación, identificados por expertos como relevantes al embalaje. Por lo tanto, los sistemas de certificación se basan en especificaciones estándar internacionales, regionales o nacionales (es decir, ISO, CEN, etc.); un alto nivel de rigor; y los conocimientos científicos más recientes.

Cabe señalar que la certificación que cubre la biodegradación en entornos marinos, de agua dulce y de suelo solo está disponible para productos destinados a ser utilizados en dichos entornos (por ejemplo, películas de acolchado agrícola en entornos de suelo, productos auxiliares para la piscicultura en entornos marinos, etc.). Dado que los envases nunca deben acabar en el suelo, entornos marinos o de agua dulce, queda fuera del ámbito de la certificación de biodegradabilidad y dicha certificación no es posible. Los envases solo pueden

obtener la certificación de compostabilidad. Sin embargo, los envases que han sido sometidos a pruebas y cumplen con las especificaciones estándar para un entorno concreto, ya sean certificados o no, probablemente sean mucho menos persistentes y causen un daño significativamente menor en ese entorno que los envases que no lo cumplen.

Aunque cumplir con las especificaciones estándar es el mejor indicador disponible de una reducción significativa del impacto,¹⁰⁶ puede que no elimine por completo los riesgos, ya que no garantiza la biodegradación total en un plazo determinado en todas las condiciones reales. No se puede garantizar que ningún envase, ya sea de papel o plástico, tenga un impacto nulo en caso de fuga, y las condiciones de las pruebas de biodegradabilidad difieren de la amplia gama de entornos en los que puede acabar el empaque

Tabla elaborada por Normec OWS en enero de 2026.

Medioambiente	Emisor	Nombre	Especificación estándar	Requisitos de biodegradación	Requisitos de desintegración	Requisitos de seguridad medioambiental
Compostaje doméstico	TÜV Austria	OK compost HOME	EN 13432, con adaptaciones para reflejar las condiciones del compostaje doméstico	>90 % de conversión a CO ₂ en un máximo de 12 meses a temperatura ambiente (20-30°C) según la ISO 14855. No es necesario analizar la biodegradabilidad de ingredientes por debajo del 1% en peso seco, a menos que estos ingredientes sumen hasta >5 % de masa seca.	>90 % del material debe descomponerse hasta <2 mm en un máximo de 180 días a temperatura ambiente (20-30°C) según la norma ISO 20200. No debe haber contaminación visual del compost final (<2 mm).	>90% de rendimiento de germinación y biomasa en comparación con el blanco, para dos especies de plantas, según la OCDE 208. No es necesario analizar los ingredientes por debajo del 0,1% en peso seco, a menos que estos ingredientes sumen hasta >0,5% de masa seca. Los productos no deben exceder los límites establecidos de ciertos metales pesados y flúor total ni de otras sustancias tóxicas para el medioambiente o para los seres humanos, según se define en la EN 13432. Se necesita una autodeclaración sobre el uso no intencionado de productos químicos perfluorados o fluorados. No se aceptan los componentes que figuren en la lista (de candidatos) de Sustancias de Muy Alta Preocupación.

Compostaje doméstico

Emisor	Nombre	Especificación estándar	Requisitos de biodegradación	Requisitos de desintegración	Requisitos de seguridad medioambiental
DIN CERTCO	Compostable en casa certificado por DIN	NF T 51-800	<p>>90 % de conversión en CO₂ en un plazo máximo de 12 meses a temperatura ambiente (<30 °C) según la norma ISO 14855.</p> <p>Los ingredientes que superen el 1 % en peso seco se someterán a pruebas individuales de biodegradabilidad.</p> <p>No es necesario someter a pruebas de biodegradabilidad los ingredientes por debajo del 1 % en peso seco, a menos que estos ingredientes sumen más del 5 % de la masa seca.</p>	<p>El 90 % del material debe descomponerse en hasta <2 mm en un máximo de 180 días a temperatura ambiente (20-30 °C) según la norma ISO 20200.</p>	<p>>90 % de rendimiento de germinación y biomasa en comparación con el blanco, para dos especies vegetales, según la norma OCDE 208.</p> <p>Los ingredientes por debajo del 0,1 % en peso seco no están sujetos a pruebas de ecotoxicidad, a menos que estos ingredientes sumen hasta >0,5 % de masa seca.</p> <p>Los productos no deberán superar los límites establecidos para determinados metales pesados y el flúor total, ni para otras sustancias tóxicas para el medioambiente o los seres humanos, tal y como se define en la norma NF T51-800.</p> <p>El envase no puede incluir ningún disruptor endocrino, ninguna de las sustancias cancerígenas, mutágenas o tóxicas para la reproducción (CMR) que figuran en la lista de sustancias candidatas de Muy Alta Preocupación del reglamento REACH de la UE (EC 1907/2006), así como PFAS.</p>
BPI	Compostable — Comercial y doméstico	NF T51-800, con la incorporación de normas más estrictas sobre biodegradación y teniendo en cuenta el cumplimiento de la norma ASTM D6400 (compostaje industrial) como requisito previo.	<p>>90 % de conversión en CO₂ en un plazo máximo de 12 meses a temperatura ambiente (20-30 °C) según la norma ISO 14855.</p> <p>Los ingredientes orgánicos individuales presentes en concentraciones entre el 1 % y el 10 % en peso seco se someterán a pruebas individuales de biodegradabilidad.</p> <p>No es necesario someter a pruebas de biodegradabilidad los ingredientes por debajo del 1 % en peso seco, a menos que estos ingredientes sumen más del 5 % de la masa seca.</p>	<p>>El 90 % del material debe descomponerse a menos de <2 mm en un máximo de 180 días a temperatura ambiente (20-30 °C) según la norma ISO 20200.</p> <p>La contaminación visual del compost, evidenciada por la reducción de la aceptabilidad estética, no debe aumentar significativamente por ningún residuo posterior al compostaje del material de embalaje introducido.</p>	<p>>90 % de germinación y rendimiento de biomasa en comparación con el blanco, para dos especies de plantas, según la norma OCDE 208.</p> <p>Los ingredientes por debajo del 0,1 % en peso seco no tienen que someterse a pruebas de ecotoxicidad, a menos que estos ingredientes sumen hasta >0,5 % de la masa seca.</p> <p>Los productos no deben superar los límites establecidos para determinados metales pesados y el flúor total, ni para otras sustancias tóxicas para el medioambiente o los seres humanos, tal y como se define en la norma NF T51-800.</p> <p>Los envases evaluados no deberán contener ningún disruptor endocrino, cancerígeno, mutágeno o tóxico para la reproducción (CMR) que figuren en la lista de sustancias candidatas de la normativa REACH de la UE (EC 1907/2006).</p>

Medioambiente	Emisor	Nombre	Especificación estándar	Requisitos de biodegradación	Requisitos de desintegración	Requisitos de seguridad medioambiental
Compostaje doméstico	ABA	Verificación de compostabilidad doméstica	AS 5810	<p>>90 % de conversión en CO₂ en un máximo de 12 meses a temperatura ambiente (20-30 °C) según la norma ISO 14855.</p> <p>Los ingredientes que representan menos del 1 % del peso seco no tienen que someterse a pruebas de biodegradabilidad, a menos que estos ingredientes sumen más del 5 % de la masa seca.</p>	<p>>90 % del material debe descomponerse hasta <2 mm en un plazo máximo de 180 días a temperatura ambiente (20-30 °C) según la norma ISO 20200.</p>	<p>>90 % de germinación y rendimiento de biomasa en comparación con el blanco, para dos especies de plantas, según la norma OCDE 208.</p> <p>>90 % de supervivencia y rendimiento de biomasa en comparación con el blanco para lombrices de tierra, según la norma ASTM E1676.</p> <p>Los productos no deberán superar los límites establecidos para determinados metales pesados y el flúor total, ni para otras sustancias tóxicas para el medioambiente o los seres humanos, tal y como se define en la norma AS 5810.</p>
Marino	DIN CERTCO	Certificado DIN Biodegradable en el medio marino	ISO 22403	<p>>90 % de conversión en CO₂ en un plazo máximo de 24 meses a temperatura ambiente (15-25 °C) siguiendo uno de los siguientes métodos de ensayo: ISO 18830, ISO 19679, ISO 22404, ASTM D6691, ISO 23977-1 o ISO 23997-2.</p> <p>Los ingredientes orgánicos individuales presentes en concentraciones entre el 1 % y el 15 % en peso seco se someterán a pruebas individuales de biodegradabilidad.</p> <p>Los ingredientes que representan menos del 1 % del peso seco no tienen que someterse a pruebas de biodegradabilidad, a menos que estos ingredientes sumen más del 5 % de la masa seca.</p>	<p>No se incluyen requisitos de desintegración. La tasa de desintegración se determina únicamente para dar una indicación de la vida útil del producto final en condiciones óptimas en entornos marinos.</p> <p>Las pruebas deben realizarse de acuerdo con la norma ISO 23832 a temperatura ambiente (15-25 °C).</p>	<p><10 % de inhibición de las algas marinas en comparación con el blanco, según la norma ISO 10253.</p> <p><10 % de mortalidad de copépodos en comparación con el blanco, según la norma ISO 14669.</p> <p><90 % de la bioluminiscencia de <i>Vibrio fischeri</i> en comparación con el blanco, según la norma ISO 11348-3.</p> <p>Los productos no deberán superar los límites establecidos para determinados metales pesados y el flúor total, ni para otras sustancias tóxicas para el medioambiente o los seres humanos, tal y como se define en la norma ISO 22403.</p> <p>No se añadirán intencionadamente sustancias polifluoroalquílicas y perfluoroalquílicas (PFAS).</p> <p>No se aceptan los componentes que aparecen en la lista (de candidatos) de sustancias de Muy Alta Preocupación.</p>

Medioambiente	Emisor	Nombre	Especificación estándar	Requisitos de biodegradación	Requisitos de desintegración	Requisitos de seguridad medioambiental
Marino	TÜV Austria	OK Biodegradable MARINE	Este programa de certificación no se basa ni se deriva de ninguna especificación estándar existente, sino que se trata de un programa desarrollado de forma privada.	<p>>90 % de conversión en CO₂ en un plazo máximo de seis meses a temperatura ambiente (30 °C) según la norma ASTM D6691.</p> <p>Los ingredientes que representan menos del 1 % del peso seco no tienen que someterse a pruebas de biodegradabilidad, a menos que estos ingredientes sumen más del 5 % de la masa seca.</p>	<p>>90 % del material debe descomponerse hasta <2 mm en un máximo de 84 días a temperatura ambiente (30 °C) siguiendo un método de prueba desarrollado por TÜV Austria.</p>	<p>No se observaron efectos negativos en la movilidad de >90 % de las dafnias en comparación con el blanco, según la norma OCDE 202.</p> <p>Los productos no deberán superar los límites establecidos para determinados metales pesados y el flúor total, ni para otras sustancias tóxicas para el medioambiente o los seres humanos, tal y como se define en la norma EN 13432.</p> <p>No es necesario someter a pruebas de ecotoxicidad los ingredientes que representen menos del 0,1 % del peso seco, a menos que dichos ingredientes sumen más del >0,5 % de la masa seca.</p> <p>No se aceptan los componentes que aparecen en la lista (de candidatos) de sustancias de Muy Alta Preocupación.</p>
Agua dulce	TÜV Austria	OK Biodegradable AGUA	EN 13432, con adaptaciones para reflejar las condiciones del agua dulce.	<p>>90 % de conversión en CO₂ en un máximo de 56 días a temperatura ambiente (20-25 °C) según las normas ISO 14851 o ISO 14852.</p> <p>No es necesario someter a pruebas de biodegradabilidad los ingredientes que representen menos del 1 % del peso seco, a menos que estos ingredientes sumen más del 5 % de la masa seca.</p>	No se incluyen requisitos de desintegración.	<p>Los productos no deberán superar los límites establecidos para determinados metales pesados y el flúor total, ni para otras sustancias tóxicas para el medioambiente o los seres humanos, tal y como se define en la norma EN 13432.</p> <p>No se aceptan sustancias de Muy Alta Preocupación (anexo XIV o REACH).</p>

Medioambiente	Emisor	Nombre	Especificación estándar	Requisitos de biodegradación	Requisitos de desintegración	Requisitos de seguridad medioambiental
Suelo	TÜV Austria	OK Biodegradable en el suelo	EN 13432, con adaptaciones para reflejar las condiciones del suelo.	>90 % de conversión en CO ₂ en un máximo de 24 meses a temperatura ambiente (20-25 °C) según la norma ISO 17556.	No hay requisitos de desintegración; sin embargo, no se aceptan componentes que presenten un riesgo evidente de contaminación visual.	<p>≥90 % de germinación y rendimiento de biomasa en comparación con el blanco, para dos especies de plantas, según la norma OCDE 208.</p> <p>Los ingredientes por debajo del 0,1 % en peso seco no están sujetos a pruebas de ecotoxicidad, a menos que estos ingredientes sumen hasta >0,5 % de masa seca.</p> <p>Los productos no deben superar los límites establecidos para determinados metales pesados y el flúor total, ni para otras sustancias tóxicas para el medioambiente o los seres humanos, tal y como se define en la norma EN 13432.</p> <p>Es necesaria una autodeclaración sobre el uso no intencionado de sustancias químicas perfluoradas o fluoradas.</p> <p>No se aceptan los componentes que aparecen en la lista (de candidatos) de sustancias de Muy Alta Preocupación.</p>
	DIN CERTCO	Certificado DIN Biodegradable en el suelo	EN 17033 y ISO 23517	<p>>90 % de conversión en CO₂ en un máximo de 24 meses a temperatura ambiente (20-28 °C) según la norma ISO 17556.</p> <p>Los ingredientes orgánicos individuales presentes en concentraciones entre el 1 % y el 15 % en peso seco se someterán a pruebas individuales de biodegradabilidad (específicas de la norma ISO 23517).</p> <p>No es necesario someter a ensayo de biodegradabilidad los ingredientes por debajo del 1 % en peso seco, a menos que estos ingredientes sumen más del 5 % de la masa seca (EN 17033) o más del 3 % de la masa seca (ISO 23517).</p>	No hay requisitos de desintegración.	<p>>90 % de germinación y rendimiento de biomasa en comparación con el blanco, para dos especies de plantas, según la norma OECD 208.</p> <p>>90 % de supervivencia y rendimiento de biomasa en comparación con el blanco para lombrices de tierra, según la norma ISO 11268-1.</p> <p>Inhibición de la nitrificación >80 % para las bacterias, según la norma ISO 15685.</p> <p>Los productos no deberán superar los límites establecidos para determinados metales pesados y el flúor total, ni para otras sustancias tóxicas para el medioambiente o los seres humanos, tal y como se define en las normas EN 17033 y/o ISO 23517.</p> <p>Es necesaria una autodeclaración sobre el uso no intencional de sustancias químicas perfluoradas o fluoradas.</p> <p>No se aceptan los componentes que aparecen en la lista (de candidatos) de Sustancias de Muy Alta Preocupación.</p>

Medioambiente	Emisor	Nombre	Especificación estándar	Requisitos de biodegradación	Requisitos de desintegración	Requisitos de seguridad medioambiental
Suelo	ABA	Verificación de biodegradabilidad en el suelo	ISO 23517	<p>>90 % de conversión en CO₂ en un máximo de 24 meses a temperatura ambiente (20-28 °C) según la norma ISO 17556.</p> <p>Los ingredientes orgánicos individuales presentes en concentraciones entre el 1 % y el 15 % en peso seco se someterán a pruebas individuales de biodegradabilidad.</p> <p>Los ingredientes que representan menos del 1 % del peso seco no tienen que someterse a pruebas de biodegradabilidad, a menos que estos ingredientes sumen más del 3 % de la masa seca.</p>	No hay requisitos de desintegración.	<p>>90 % de germinación y rendimiento de biomasa en comparación con el blanco, para dos especies de plantas, según la norma OCDE 208.</p> <p>>90 % de supervivencia y rendimiento de biomasa en comparación con el blanco para lombrices de tierra, según la norma ISO 11268-1.</p> <p>Inhibición de la nitrificación >80 % para bacterias, según la norma ISO 15685.</p> <p>Los productos no deben superar los límites establecidos para determinados metales pesados y el flúor total, ni otras sustancias tóxicas para el medioambiente o los seres humanos, tal y como se define en la norma ISO 23517.</p> <p>Es necesaria una autodeclaración sobre el uso no intencional de sustancias químicas perfluoradas o fluoradas.</p> <p>No se aceptan los componentes que aparecen en la lista (de candidatos) de Sustancias de Muy Alta Preocupación.</p>

EQUIPO PRINCIPAL

Laura Smith

Directora de programas, Plásticos

Sander Defruyt

Responsable de estrategia, Plásticos

Rob Opsomer

Director ejecutivo, Plásticos

Laura Collacott

Consultora editorial

Nora Pelizzari

Directora editorial

Matt Barber

Diseñador gráfico

EQUIPO AMPLIADO

Veronika Lundberg

Autónoma, plásticos

Leo Nutter

Gerente sénior de productos, estrategia (IA y tecnología)

Isobel Pinckston

Consultora editorial

Neil Amos

Gerente de programas digitales,
Comunicaciones (Contenido y distribución)

Sofia Voudouoglou

Ejecutiva sénior de comunicaciones estratégicas,
Comunicaciones

Gabriella Hewitt

Gerente sénior de comunicaciones estratégicas,
Comunicaciones

Molly Jia

Gerente de proyectos, China

Guilherme Suertegaray

Gerente sénior de proyectos, América Latina

Marianne Kettunen

Responsable de Biodiversidad

Gilonne Traub

Gerente de Alianzas

ACERCA DE LA FUNDACIÓN ELLEN MACARTHUR

La Fundación Ellen MacArthur es una organización benéfica internacional que desarrolla y promueve la economía circular en para abordar algunos de los mayores retos de nuestro tiempo, como el cambio climático, la pérdida de biodiversidad, los residuos y la contaminación. Trabajamos con nuestra red de responsables de la toma de decisiones del sector público y privado, así como con el mundo académico, para desarrollar capacidades, explorar oportunidades de colaboración y diseñar y desarrollar iniciativas y soluciones de economía circular. Basada cada vez más en las energías renovables, la economía circular se basa en el diseño para eliminar los residuos, reciclar productos y materiales y regenerar la naturaleza, con el fin de crear resiliencia y prosperidad para las empresas, el medioambiente y la sociedad.

Más información:

ellenmacarthurfoundation.org

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD

Este documento ha sido elaborado por la Fundación Ellen MacArthur (la Fundación). La Fundación ha elaborado este documento con cuidado y diligencia, basándose en información que considera fiable, pero no ofrece ninguna garantía ni compromiso (explícito o implícito) en relación con el mismo o con cualquiera de sus contenidos (en cuanto a su exactitud, integridad, calidad, idoneidad para cualquier propósito, cumplimiento de la ley, etc.). La Fundación no supervisa ni modera ningún sitio web o recurso externo vinculado o mencionado en este documento. Este documento no pretende ser exhaustivo y ninguno de sus contenidos debe interpretarse como un consejo o requisito de ningún tipo. Cualquier confianza depositada en él es a discreción y riesgo del lector.

En la medida máxima permitida por cualquier ley aplicable, la Fundación, cada entidad dentro de su grupo y cada una de sus organizaciones benéficas asociadas, así como sus respectivos empleados, trabajadores, directivos, agentes y representantes, renuncian por completo a toda responsabilidad por cualquier pérdida o daño de cualquier tipo (ya sea directo o indirecto y ya sea por contrato, agravio, incumplimiento de obligaciones legales o de otro tipo) que surjan en relación con este documento o cualquiera de sus contenidos.

La Fundación no es proveedora ni está afiliada de ninguna otra forma a terceros o a los productos o servicios mencionados en este documento, ni los recomienda ni los respalda.

- 1 Las exportaciones totales se estiman en 3,5 millones de toneladas al año, de las cuales se calcula que entre el 5 % y el 10 % se gestionan de forma inadecuada. Fuente: Pew Charitable Trusts,, [Breaking the Plastic Wave](#) (2020)
- 2 Asia-Pacífico es el mercado de envases plásticos flexibles de más rápido crecimiento. Fuente: Grand View Research, [Flexible Packaging Market \(2026-2033\)](#) (2025)
- 3 Este informe no evalúa los envases de negocio a negocio (B2B), ni los envases secundarios o terciarios, ni los formatos de envases flexibles de mayor tamaño, ya que estos siguen diferentes vías de fin de vida y enfrentan dinámicas de recolección distintas
- 4 El tamaño A5 es de 14,8 cm x 21,0 cm. Los envases de tamaño A5 o menor representaron el 92 % de la contaminación por sachets plásticos flexibles auditada por Break Free From Plastic (Fuente: Break Free From Plastic, [Branded: The Sachet Scourge In Asia \[2024\]](#)); el 75 % de las unidades de bienes de consumo masivo (FMCG) se venden en formatos menores a 50 ml o 50 g en India (Fuente: India Plastics Pact, [Small formats and sachets: exploring challenges, solutions and interventions \[2024\]](#)); el 52 % de los residuos plásticos residuales de marca en Filipinas son sachets (Fuente: Global Alliance for Incinerator Alternatives, [Sachet Economy: Big Problems in Small Packets \[2019\]](#)); los envases plásticos para alimentos, generalmente de pequeño formato, representan el 33 % de los residuos macro en Indonesia (Fuente: Plastics in Indonesian Societies [PISCES], [A System Analytics Approach to Reduce Plastic Pollution \[2024\]](#))
- 5 Basado en datos de mercado de envases plásticos de Wood Mackenzie
- 6 El 80 % es por peso. Fuente: Pew Charitable Trusts, [Breaking the Plastic Wave](#) (2020)
- 7 Ver la sección “Seis criterios fundamentales” para definiciones y limitaciones más detalladas. Nota: esto debe aplicarse a todo el envase, incluidos todos sus componentes (revestimientos, tintas, aditivos, etc.).
- 8 La producción de papel y otros productos de fibra de corta vida útil ya representa casi una quinta parte de toda la tala. Fuente: FAOSTAT, [Forestry Production and Trade](#) (2025). Hasta la mitad de toda la pulpa de madera virgen utilizada para papel puede provenir de bosques antiguos y en peligro. Fuente: Forestry Stewardship Council, [FSC Support to Respect for Human Rights](#) (2019). La degradación dentro de bosques gestionados también reduce la cobertura de bosques primarios y contribuye a la pérdida de biodiversidad. Fuente: Mackey, B., et al., [Assessing the Cumulative Impacts of Forest Management on Forest Age Structure Development and Woodland Caribou Habitat in Boreal Landscapes: A Case Study from Two Canadian Provinces, Land](#) (2024). Ver la sección “Las alternativas basadas en papel presentan beneficios potenciales, limitaciones y riesgos” para más detalles.
- 9 El ritmo y la viabilidad del progreso variarán según el producto y el tipo de envase, la geografía y la madurez de la cadena de suministro. Por ejemplo, los productos líquidos tienen necesidades técnicas de envasado muy diferentes a las de los productos sólidos.
- 10 Los pasos intermedios con envases que aún no cumplen los seis criterios fundamentales (por ejemplo, envases que todavía no son a la vez reciclables y biodegradables) permitirían probar cómo se comportan los envases basados en papel en la producción a gran escala, a lo largo de la cadena de suministro y en términos de aceptación por parte de los consumidores. Estos pasos también permitirían invertir en la adaptación de maquinaria y cadenas de suministro, en paralelo con el avance de la innovación en envases.
- 11 La viabilidad depende de factores como la logística, las regulaciones y la viabilidad técnica y comercial. En muchos casos, esto requerirá acciones colaborativas entre la industria y las políticas públicas.
- 12 Singh, R., et al., [Buying less, more often: An evaluation of sachet marketing strategy in an emerging market](#), *The Marketing Review* (2009)
- 13 Según datos de encuestas reportados en Social Weather Stations, 2018 Survey Report on Plastic Pollution: Third Quarter 2018 Social Weather Survey. Fuente: Global Alliance for Incinerator Alternatives (GAIA), [Sachet Economy: Big Problems in Small Packets](#) (2020)
- 14 Las porciones de 500 g de mermelada y leche en polvo se venden más que sus equivalentes en sachets. Fuente: Singh, R., et al., [Buying less, more often: An evaluation of sachet marketing strategy in an emerging market](#), *The Marketing Review* (2009)
- 15 Ellen MacArthur Foundation, [Reuse: rethinking packaging](#) (2019)
- 16 WWF y Ellen MacArthur Foundation, [Reuse in the Global South: Case Studies](#) (2025)
- 17 Ver Caso 1: Arrojar envoltorio(s) plástico(s) de barra de chocolate.. Brouwer, M. T., et al., [A predictive model to assess the accumulation of microplastics in the natural environment](#), *Science of The Total Environment*, Volume 957 (2024)
- 18 Colwell, J., et al., [Hazardous state lifetimes of biodegradable plastics in natural environments](#), *Science of the Total Environment*, Volume 894 (2023)
- 19 Plastics in Indonesian Societies (PISCES), [A System Analytics Approach to Reduce Plastic Pollution](#) (2024)
- 20 Aunque las pruebas de laboratorio pueden demostrar la biodegradación completa en condiciones específicas en el entorno marino (ISO 22403), en el suelo (ISO 23517) y en el compostaje doméstico (EN 17427), esto no garantiza que se logre la biodegradación completa en todos los entornos marinos o suelos del mundo. Por ejemplo, las condiciones del océano Atlántico difieren de las de un manglar.
- 21 Aunque el compostaje doméstico es limitado, el cumplimiento de los estándares de compostaje doméstico proporciona un indicador indirecto para reducir impactos en caso de fuga al medioambiente. Para más detalles, ver la sección “Evitar químicos peligrosos y la contaminación persistente por plásticos”.
- 22 El Reglamento de Productos Fertilizantes de la UE y el Reglamento REACH de la UE establecen precedentes para aplicar métodos de prueba de biodegradación reconocidos por ISO, vinculados a niveles de aprobado/reprobado como criterio para mitigar riesgos ambientales. Reglamento Delegado (UE) 2024/2770 de la Comisión, de 15 de julio de 2024, que modifica el Reglamento (UE) 2019/1009 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a criterios de biodegradabilidad para agentes de recubrimiento y polímeros de retención de agua, [Reglamento \(UE\) 2023/2055 de la Comisión, de 25 de septiembre de 2023, que modifica el Anexo XVII del Reglamento \(CE\) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo al Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de Sustancias Químicas \(REACH\) en relación con micropartículas de polímeros sintéticos](#)
- 23 Dilkes-Hoffman, L., et al., [Do biodegradable plastics increase public acceptance of littering?](#) *Environmental Research Communications* (2024)
- 24 Loughran, S., [A quantitative study to assess Liverpool John Moores University students' attitudes towards littering and their perceptions of different types of litter](#), *Public Health Institute Journal* (2022)
- 25 Ver Caso 1: Arrojar envoltorio(s) plástico(s) de barra de chocolate. Brouwer, M. T., et al., [A predictive model to assess the accumulation of microplastics in the natural environment](#), *Science of The Total Environment*, Volumen 957, (2024)
- 26 Como indican Dilkes-Hoffman, L., et al., [Do biodegradable plastics increase public acceptance of littering?](#) *Environmental Research Communications* (2024) and Loughran, S., [A quantitative study to assess Liverpool John Moores University students' attitudes towards littering and their perceptions of different types of litter](#), *Public Health Institute Journal* (2022)

- 27 Brouwer, M. T., et al., A predictive model to assess the accumulation of microplastics in the natural environment, Science of The Total Environment (2024)
- 28 Systemiq, APEKSI, and APKASI, Producer Responsibility in Indonesia: What to know, what stakeholders think, and what could happen next (2021)
- 29 Aunque actualmente no existen muchos envases flexibles de pequeño formato basados en papel en el mercado, la evidencia de India sugiere que las cajas de fósforos dúplex ampliamente utilizadas, comparables en tamaño y material a los flexibles de papel recubierto, no ingresan en las corrientes de reciclaje
- 30 Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025)
- 31 Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025)
- 32 El 40 % del papel y cartón reciclado en India proviene de papel usado importado. Fuente: Chaudhary, U., Paper Waste Recycling in India: Current Scenario and Future Prospects, IPPTA: Quarterly Journal of Indian Pulp and Paper Technical Association (2023)
- 33 Aproximadamente el 50 % del papel y cartón reciclado en Indonesia proviene de papel usado importado. Fuente: Romas, S., and Martini, S., Recycling paper industry: Analysis of raw material consumption in Indonesia, IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (2021)
- 34 Esto se basa en el porcentaje de materia prima que las plantas de papel dúplex podrían tolerar proveniente de flexibles de papel recubierto/laminado y en las tasas proyectadas de crecimiento de la industria. Se asume que las plantas pueden acceder a residuos como insumo a bajo costo. En las plantas dúplex, los residuos de papel normalmente se reciclarían en papel reciclado de baja calidad y sin contacto con alimentos. Fuente: Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025)
- 35 Ellen MacArthur Foundation, Plastic flexibles: Design and recycling in the formal sector (2022)
- 36 Gandhar, J., Just Recycling: A Closer Look At Plastic Recycling in India Kashtakari Panchayat (2025)
- 37 En muchas regiones, la recolección informal de papel se detiene durante estos periodos: los procesos de reciclaje que dependen del secado al sol no pueden operar, la humedad reduce el valor del papel y aumentan los costos de recolectar papel desintegrado y más pesado.
- 38 The Times of India, Delhi likely to have 200 zero waste colonies by May 2027 (2025)
- 39 Natural Resources Institute Finland, Preliminary data from the greenhouse gas inventory for 2023: Forests have turned into an emission source because the sink of trees is no longer sufficient to cover emissions from forest soils (2025)
- 40 Bysouth, D., et al., High emissions or carbon neutral? Inclusion of "anthropogenic" forest sinks leads to underreporting of forestry emissions, Forests and Global Change (2024)
- 41 Comentarios del Dr. Hatma Suryatmojo, investigador en conservación hidrológica y de cuencas. Fuente: Universitas Gadjadara, UGM Expert: Severe Sumatra Flash Floods Driven by Upper Watershed Forest Degradation (2025)
- 42 Canopy, Paper Thin Comfort - Wood Fibre Risk in a Finite Forest World (2026)
- 43 The Soil Association, Regenerative forestry: Forestry and forests for the future (2022)
- 44 Por ejemplo, el sistema de gestión forestal en mosaico de Klabin en Brasil intercala plantaciones comerciales con bosques nativos preservados para asegurar la productividad a largo plazo y la disponibilidad de agua. El sistema capturó 14 millones de toneladas de CO₂ en 2024 y apoya la biodiversidad al regenerar ecosistemas en tierras degradadas.
- 45 Beck-O'Brien, M., et al., Everything from wood - The resource of the future or the next crisis? How footprints, benchmarks and targets can support a balanced bioeconomy transition, WWF Germany (2022)
- 46 Sims, M. J., et al., Global Drivers of Forest Loss at 1km Resolution, Environmental Research Letters (2025)
- 47 Peng, L., et al., The carbon costs of global wood harvests, Nature (2023)
- 48 FAOSTAT, Forestry Production and Trade. 2025 update, (2025)
- 49 Crecimiento anual compuesto proyectado del 2 % hasta 2040. Fuente: Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025) based on Systemiq Analysis, Timberland Investment Group, Fastmarket, Grand View Research, Statista
- 50 Suponiendo que los envases basados en papel sean 1,35 veces más pesados, lo que implicaría 25 millones de toneladas adicionales de demanda de papel. El suministro de pulpa certificada se estima en 125 millones de toneladas, basado en las últimas fuentes publicadas de 2023, asumiendo que la diferencia entre 2023 y 2025 es insignificante. Fuente: Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025), basado en: Systemiq Analysis, Breaking the Plastic Wave Report, Timberland Investment Group, Fastmarket, Research & Market, Statista, Plastics Europe
- 51 Canopy, Survival: A Plan for Saving Forests and Climate (2020)
- 52 Esta cifra representa al sector forestal de madera en rollo en su conjunto y no es específica para aplicaciones de envases
- 53 FSC, FSC Support to Respect for Human Rights (2019)
- 54 Malcolm, J. R., et al., Forest harvesting and the carbon debt in boreal east-central Canada, Climatic Change (2020)
- 55 Bouchard, M., and Pothier, D., Long-term influence of fire and harvesting on boreal forest age structure and forest composition in eastern Québec, Forest Ecology and Management (2011)
- 56 Mackey, B., et al., Assessing the Cumulative Impacts of Forest Management on Forest Age Structure Development and Woodland Caribou Habitat in Boreal Landscapes: A Case Study from Two Canadian Provinces, Land (2024)
- 57 Kuuluvainen, T., and Gauthier, S., Young and old forest in the boreal: Critical stages of ecosystem dynamics and management under global change, Forest Ecosystems (2018)
- 58 Área certificada de 150 millones de hectáreas en 2012. Fuente: FSC, Our history; área certificada de 160 millones de hectáreas en 2025. Fuente: FSC (August 2025) Facts and Figures
- 59 Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025), based on Systemiq Analysis, Timberland Investment Group, Fastmarket, Research & Market
- 60 Global Canopy, Companies profit, forests fall: everyone pays the price - Forest 500 Report 2025 (2025)
- 61 La Roundtable on Sustainable Biomaterials se considera el sistema de certificación más sólido entre los evaluados por varios estudios independientes. Fuentes: United Nations Environment Programme y Consumers International, Can I Recycle This? A Global Mapping and Assessment of Standards, Labels and Claims on Plastic Packaging (2020); WWF Germany Water risk in agricultural supply chains: How well are sustainability standards covering water stewardship - A Progress Report (2017); Implementierung von Nachhaltigkeitskriterien für die stoffliche Nutzung von Biomasse im Rahmen des Blauen Engel (2019)
- 62 Para una visión general de este tema, ver: OECD, Environmental Outlook on the Triple Planetary Crisis: Stakes, Evolution and Policy Linkages (2025)

- 63 Las estimaciones del consumo de agua en la producción de plásticos varían desde menos de 1 kg por kg de plástico hasta 43 kg por kg. Fuentes: Fröhlich, T., et al., [Eco-profiles and Environmental Product Declarations of the European Plastics Manufacturers, High-density Polyethylene \(HDPE\), Low-density Polyethylene \(LDPE\), Linear Low-density Polyethylene \(LLDPE\)](#) Plastics Europe (2014); Korol, J., et al., [Water Footprint Assessment of Selected Polymers, Polymer Blends, Composites, and Biocomposites for Industrial Application](#), Polymers (2019)
- 64 La industria de pulpa y papel consume entre 10 y 300 kg de agua por kg de producción. Fuente: Esmaeeli, A., and Sarrafzadeh, M., H., [Reducing freshwater consumption in pulp and paper industries using pinch analysis and mathematical optimization](#), Journal of Water Process Engineering (2023)
- 65 Declaración de la Indian Paper Manufacturers Association. Fuente: Economic Times, [Paper, paperboard imports up 34pc in FY24 on higher supplies from ASEAN bloc: IPMA](#) (2023)
- 66 Factores de emisión BEIS (2025)
- 67 Basado en factores de emisión BEIS 2025, suponiendo que el 60 % se deposita en vertederos y el 40 % se incinera
- 68 Canopy, [Taking the Pressure Off Irreplaceable Forests](#) (2024)
- 69 Basado en factores de emisión BEIS 2025
- 70 El metano es un gas de efecto invernadero particularmente potente, con un potencial de calentamiento global entre 28 y 36 veces mayor que el del dióxido de carbono en un periodo de 100 años. Fuente: IEA, [Methane and Climate Change](#) (2021)
- 71 Ghosh, S., [Tracking methane emissions for mitigation](#), Mongabay (2022)
- 72 Suponiendo emisiones de producción similares, tasas de reciclaje insignificantes y reconociendo el mayor peso del papel. Las emisiones derivadas de la fuga al medioambiente se asumen como cero para fines de modelización. Modelización de escritorio utilizando factores de emisión BEIS 2025, evaluada para escenarios en los que las emisiones de GEI de “cuna a puerta” son equivalentes para los envases flexibles de papel y de plástico.
- 73 Las emisiones de GEI varían significativamente entre productores y regiones, con muchos factores influyendo en los resultados. Esto no debe sustituir una evaluación detallada caso por caso.
- 74 Basado en factores de emisión BEIS 2025, suponiendo que el 60 % se deposita en vertederos y el 40 % se incinera.
- 75 Modelización de escritorio utilizando factores de emisión de fin de vida como los mencionados anteriormente, evaluada para un escenario en el que las emisiones de GEI de “cuna a puerta” son equivalentes para los envases flexibles de papel y de plástico
- 76 Zhang, Y., et al., [How climate change and eutrophication interact with microplastic pollution and sediment resuspension in shallow lakes: A review](#), Science of The Total Environment (2020)
- 77 Yuan, H., et al., [Correlation Between Microplastics Pollution and Eutrophication in the Near Shore Waters of Dianchi Lake](#), Environmental Science (2021)
- 78 Por ejemplo, un ACV realizado por un tercero para la European Paper Packaging Alliance (2022) que evaluó vajilla desechable de papel para comida para llevar en la UE encontró que más del 80 % del impacto total provenía de cinco categorías que no incluían la eutrofización (excluyendo las categorías de impacto por toxicidad)
- 79 Entrevistas con expertos (2025)
- 80 Food Packaging Forum, [FCCmigex Database](#) (2025)
- 81 Zimmermann, L., et al., [Implementing the EU Chemicals Strategy for Sustainability: The case of food contact chemicals of concern](#), Journal of Hazardous Materials (2022)
- 82 Simantiris, N., [Single-use plastic or paper products? A dilemma that requires societal change](#), Cleaner Waste Systems (2024)
- 83 Por ejemplo, los productos líquidos tienen necesidades técnicas de envasado muy diferentes a las de los productos sólidos
- 84 Los pasos intermedios con envases que aún no cumplen los seis criterios fundamentales (por ejemplo, envases que todavía no son a la vez reciclables y biodegradables) permitirían probar cómo se comportan los envases basados en papel en la producción a gran escala, a lo largo de la cadena de suministro y en términos de aceptación por parte de los consumidores. Estos pasos también permitirían invertir en la adaptación de maquinaria y cadenas de suministro, en paralelo con el avance de la innovación en envases.
- 85 El uso de fibras no madereras y contenido reciclado en aplicaciones de envases flexibles sigue siendo limitado debido a la longitud y resistencia de las fibras. Sin embargo, el uso de estas fibras en aplicaciones no flexibles podría compensar cualquier posible aumento en el uso de fibras de madera virgen en aplicaciones flexibles.
- 86 Roundtable on Sustainable Biomaterials, [RSB Principles & Criteria](#) (2025)
- 87 Se prefiere el uso de FSC, ya que se considera lo suficientemente sólido para garantizar que se mantengan tanto los valores sociales como ecológicos en los bosques. Se fomentan mejoras en todos los sistemas de certificación. Para una comparación más detallada entre FSC y el Programme for the Endorsement of Forest Certification, see: Canopy, [Forest Certification Comparison](#) (2024)
- 88 Canopy, [Taking the pressure off irreplaceable forests: Climate-smart solutions for paper, packaging, and textile fibres](#) (2024)
- 89 El carbono biogénico es el carbono absorbido, almacenado y liberado por fuentes biológicas, en este caso, el carbono absorbido y almacenado por las plantas utilizadas para producir fibra de papel. Algunos métodos de evaluación del ciclo de vida (ACV) consideran el carbono biogénico como carbono neutral, es decir, que el carbono liberado cuando las fibras se queman o se biodegradan equivale al carbono absorbido del aire durante el crecimiento de la planta. Sin embargo, los ACV más rigurosos consideran que el carbono almacenado o perdido en la biomasa forestal y en el suelo durante el crecimiento y la cosecha varía ampliamente según las prácticas de manejo forestal. Omitir las posibles pérdidas de carbono durante el crecimiento y la cosecha puede subestimar las emisiones netas de GEI del ciclo de vida completo de los productos forestales entre un 75 % y un 92 %. Fuente: Canopy, [Taking the Pressure Off Irreplaceable Forests](#) (2024)
- 90 Tahmasebi, A., et al., [Techno-economic comparison of two hydroxyl and sulfate radicals based advanced oxidation process for enhancing biodegradability of pulp and paper mill wastewater](#), Chemical Engineering Science, Volumen 293, (2024)
- 91 Kuzma, S., et al., [25 Countries, Housing One-Quarter of the Population, Face Extremely High Water Stress](#), World Resource Institute (2023)
- 92 Por ejemplo, las plantas de papel en el sur y sudeste asiático suelen operar con tecnologías de cribado más limitadas y mayor sensibilidad a la humedad y a los recubrimientos, y pueden depender de condiciones más restringidas de agua y secado. Muchas plantas dependen parcialmente del secado al sol durante ciertas épocas del año.
- 93 Consumer Goods Forum Plastic Waste Coalition of Action (2025)
- 94 Aunque el compostaje doméstico es limitado y no constituye el resultado de fin de vida objetivo, el cumplimiento de estándares de compostaje doméstico, junto con los otros estándares mencionados, proporciona un indicador indirecto para reducir impactos en caso de fuga al medioambiente

- 95 El Reglamento de Productos Fertilizantes de la UE y el Reglamento REACH de la UE establecen un precedente para aplicar métodos de ensayo de biodegradación reconocidos por ISO, vinculados a niveles de aprobado/reprobado como criterios para mitigar riesgos ambientales. Reglamento Delegado (UE) 2024/2770 de la Comisión, de 15 de julio de 2024, que modifica el Reglamento (UE) 2019/1009 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a criterios de biodegradabilidad para agentes de recubrimiento y polímeros de retención de agua,

Reglamento (UE) 2023/2055 de la Comisión, de 25 de septiembre de 2023, que modifica el Anexo XVII del Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo al Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de Sustancias Químicas (REACH) en relación con micropartículas de polímeros sintéticos
- 96 Estudios iniciales también sugieren que algunos consumidores pueden ser más propensos a desechar envases en el entorno si creen que estos se biodegradarán. Ver la sección "Los envases flexibles basados en papel presentan beneficios potenciales, limitaciones y riesgos" para más detalles
- 97 El Reglamento de Productos Fertilizantes de la UE y el Reglamento REACH de la UE establecen un precedente para aplicar métodos de ensayo de biodegradación reconocidos por ISO, vinculados a niveles de aprobado/reprobado como criterios para mitigar riesgos ambientales. Reglamento Delegado (UE) 2024/2770 de la Comisión, de 15 de julio de 2024, que modifica el Reglamento (UE) 2019/1009 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a criterios de biodegradabilidad para agentes de recubrimiento y polímeros de retención de agua,

Reglamento (UE) 2023/2055 de la Comisión, de 25 de septiembre de 2023, que modifica el Anexo XVII del Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo al Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de Sustancias Químicas (REACH) en relación con micropartículas de polímeros sintéticos
- 98 Los proyectos demostrativos eficaces deberían concentrarse en unos pocos países para generar evidencia sólida, incluir todos los materiales, formar parte de sistemas más amplios de gestión de residuos y diseñarse según el contexto local, incluido el sector informal de residuos
- 99 Pew Charitable Trusts, Breaking the Plastic Wave (2020)
- 100 ibid.
- 101 Adaptado de ISO 23517:2021
- 102 Nova-Institute, Biodegradable Polymers in Various Environments According to Established Standards and Certification Schemes - Graphic, Nova-Institute (2024)
- 103 Adaptado de ISO 17088:2021
- 104 EN 17427:2022
- 105 Umbrales que evitan desestabilizar los ciclos biológicos que sustentan los sistemas de la Tierra y reducen el riesgo de cambios ambientales irreversibles.
- 106 El Reglamento de Productos Fertilizantes de la UE y el Reglamento REACH de la UE establecen un precedente para aplicar métodos de ensayo de biodegradación reconocidos por ISO, vinculados a niveles de aprobado/reprobado como criterios para mitigar riesgos ambientales. Reglamento Delegado (UE) 2024/2770 de la Comisión, de 15 de julio de 2024, que modifica el Reglamento (UE) 2019/1009 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a criterios de biodegradabilidad para agentes de recubrimiento y polímeros de retención de agua,

Reglamento (UE) 2023/2055 de la Comisión, de 25 de septiembre de 2023, que modifica el Anexo XVII del Reglamento (CE) n.º 1907/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo relativo al Registro, Evaluación, Autorización y Restricción de Sustancias Químicas (REACH) en relación con micropartículas de polímeros sintéticos



© COPYRIGHT 2026
ELLEN MACARTHUR FOUNDATION

www.ellenmacarthurfoundation.org

Charity Registration No.: 1130306
OSCR Registration No.: SC043120
Company No.: 6897785