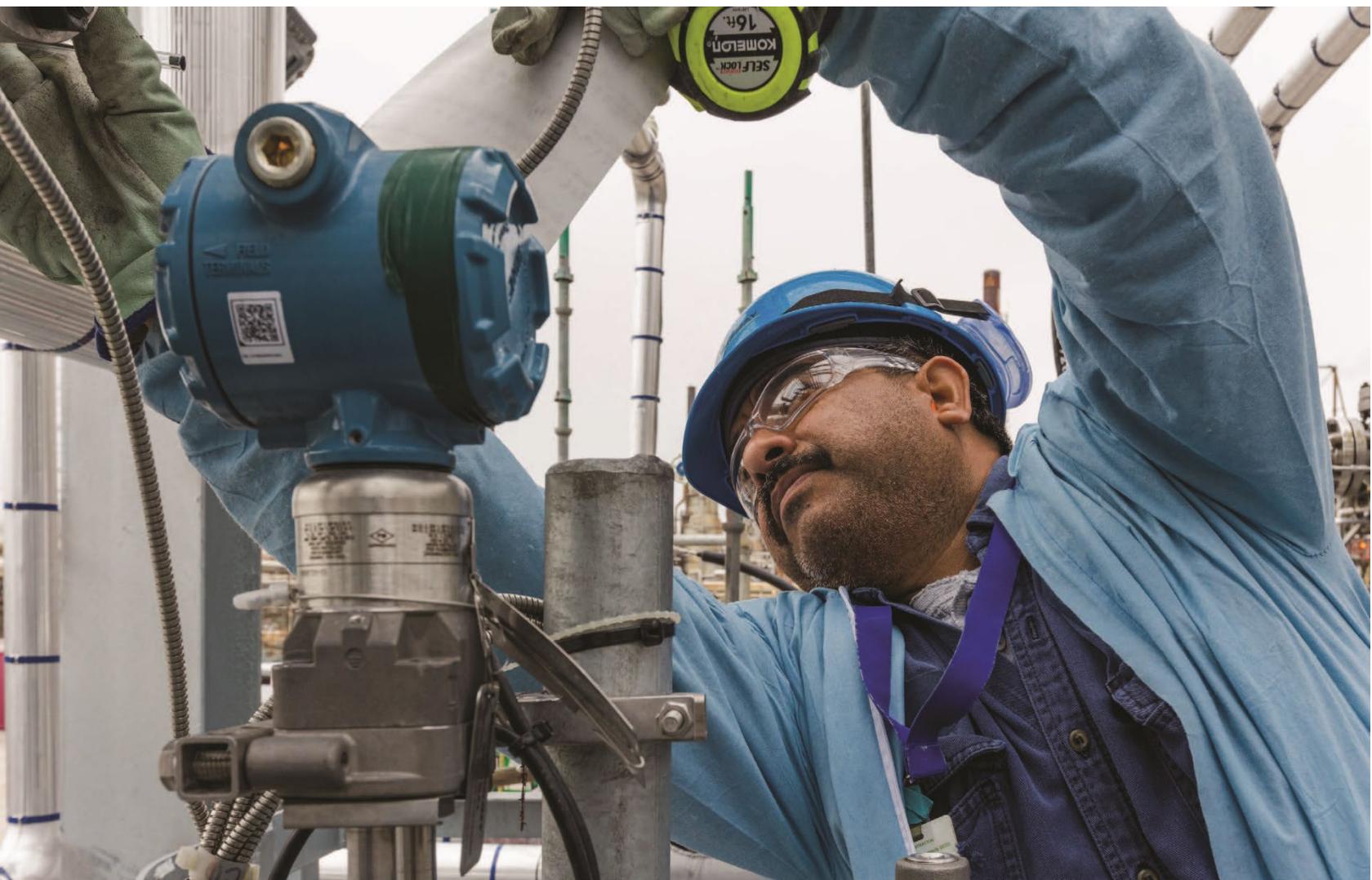


# Una vista general de las tecnologías de reciclaje avanzado



Autor:

François Sinechal, Director de Desarrollo del Mercado de Reciclaje Avanzado, Europa

El reciclaje avanzado abarca una gama de tecnologías que pueden ayudar a desbloquear el valor de los plásticos usados. A nivel mundial, solo un pequeño porcentaje de los desperdicios plásticos se recoge hoy en día, e incluso un porcentaje menor se recicla, principalmente a través de un proceso de reciclaje mecánico. Sin embargo, el reciclaje avanzado representa una oportunidad para ayudar a desbloquear el valor inherente de los plásticos usados que, de lo contrario, podrían haber ido al vertedero o a la incineración.

Este documento técnico explora diferentes opciones al final de la vida útil de los desperdicios plásticos y destaca la tecnología Exxtend™ de ExxonMobil para el reciclaje avanzado como una opción viable que puede ayudar a permitir la circularidad del plástico, una consideración clave para muchos en la cadena de valor de los plásticos en función de la demanda de los consumidores.

## ¿Qué es el reciclaje avanzado?

La tecnología Exxtend transforma el desperdicio plástico, a nivel molecular, en materias primas útiles que se atribuyen a través del enfoque de balance de masas ISCC PLUS utilizando la opción "determinado por la masa" con la "atribución libre certificada" aplicada a la cantidad de polímeros circulares certificados que vendemos. Debido a que los polímeros circulares certificados son idénticos a los plásticos vírgenes, tienen la misma calidad y desempeño, por lo que los clientes pueden confiar en la incorporación de polímeros circulares certificados en aplicaciones delicadas, incluidos los productos de higiene y cuidado personal.

El reciclaje avanzado puede desviar el plástico difícil de reciclar que, de lo contrario, podrían haber ido al vertedero o a la incineración. Con la capacidad de procesar materiales complejos y multi-polímeros y eliminar contaminantes, esta tecnología puede ser un complemento al reciclaje mecánico. Nuestra tecnología, basada en décadas de innovación y excelencia operativa, está ayudando a una economía circular para los plásticos. Estamos colaborando con la cadena de valor para desarrollar una infraestructura que recolecte, clasifique y procese de manera más efectiva los plásticos usados a gran escala.

## Soluciones para empaques que tengan beneficios de sustentabilidad

Es importante entender que el reciclaje avanzado es una tecnología emergente entre una serie de tecnologías implementadas para respaldar soluciones que pueden permitir la circularidad del plástico. ExxonMobil cuenta con una cartera de productos y servicios que pueden ayudar a habilitar soluciones de empaque con beneficios de sostenibilidad desde el diseño del producto hasta el final de su vida útil.



**Figura 1. Soluciones de empaque con beneficios de sustentabilidad**

\*Reciclable en comunidades en las que existan programas e instalaciones de recolección y reciclaje de película flexible.

[Hacer más con menos a través de la reducción de espesor](#) se trata de reducir el grosor de la película de empaque, conservando al mismo tiempo su plena funcionalidad. Por ejemplo, hace 25 años, las bolsas en las que ExxonMobil transportaba sus resinas, que podían contener hasta 25 kilogramos, estaban hechas de polietileno y tenían un grosor de 200 micras. Hoy en día, ese material tiene solo 100 micras de grosor, pero aún así cumple con su trabajo. ExxonMobil continúa expandiendo su cartera de moléculas habilitadoras y ampliando los límites del desempeño de la película con polietilenos (PE) de alto desempeño como Exceed™, Exceed™ XP y Exceed™ S.

**Diseñar para la reciclabilidad\*** refiere principalmente a simplificar las estructuras de los productos plásticos, pasar a un mono-material, o reducir o cambiar los aditivos para tener algo que sea más reciclable a través del reciclaje mecánico o avanzado. En otras palabras, los productos se fabrican de tal manera que pueden *realmente* reciclarse cuando llegan al centro de clasificación al final de su vida útil.

**Aumentar el contenido reciclado** puede facilitarse con compatibilizadores, que ayudan a crear enlaces entre el polietileno y el polipropileno. Normalmente, estas moléculas no se unen bien, pero los compatibilizadores pueden ayudar a los fabricantes de empaques a tener menos problemas con el sellado o con la producción de un producto quebradizo. Al mejorar el desempeño de las formulaciones que incorporan desperdicios plásticos mixtos, ayudamos a crear oportunidades para su uso en más aplicaciones.

Cuando tiene un flujo de reciclaje limpio, agregar polímeros de alto desempeño, como Exceed™XP, puede ayudar a superar la pérdida de propiedad al tiempo que incorpora la mayor cantidad posible de contenido reciclado en sus aplicaciones. Esta solución se utiliza con mayor frecuencia para aplicaciones de empaque industrial, como aplicaciones en películas para estiba y bolsas de alta resistencia.

## Opciones de fin de vida útil para plásticos

Hay dos categorías de opciones al final de la vida útil: no químicas y químicas (véase la figura 2). Las opciones no químicas para el final de la vida útil incluyen vertederos, utilización directa, reciclaje mecánico y extracción con solventes. Por lo general, estas tecnologías no cambian la estructura molecular del polímero.

La utilización directa se trata de un uso eficiente de recursos baratos, generalmente plásticos mixtos, que se utilizan en la construcción, ladrillos, asfalto e incluso muebles de jardín.

El reciclaje mecánico es el método de reciclaje más común. Se trata de fundir y peletizar desperdicios plásticos clasificados, que han sido lavados para su uso en diferentes aplicaciones (principalmente industriales).

La extracción con solventes es un proceso que disuelve el polímero para que sea posible limpiarlo de otros componentes, como los aditivos. Los solventes también se pueden utilizar para desarmar en láminas y quitar tinta, por ejemplo. El producto de la extracción con solventes suele ser resina reciclada de muy alta calidad.



**Figura 2. Tecnologías para el final de la vida útil de los plásticos**

La categoría química se puede dividir aún más en procesos que incorporan oxígeno y procesos que no lo hacen. Cuando el oxígeno no está presente en el proceso, vemos dos tendencias principales: la despolimerización o pirólisis. En la despolimerización, el alimento típico sería el poliéster o poliestireno. Estos polímeros se reducen a sus monómeros básicos y son posibles diferentes procesos, con la diferencia del tipo de reacción química que se aplica.

En ExxonMobil, actualmente nos enfocamos en la pirólisis. En este caso, las poliolefinas se transforman a nivel molecular en cadenas de hidrocarburos más pequeñas, líquidos o gases que se pueden utilizar para fabricar nuevos productos.

Hay dos procesos adicionales que involucran oxígeno: la gasificación y la incineración. La gasificación puede utilizar una gran variedad de flujos de desperdicios. Los polímeros se exponen a temperaturas muy altas con oxígeno, que produce gas de síntesis, una mezcla de hidrógeno y monóxido de carbono. La incineración tiene que ver con la generación de calor y energía. Cuando se queman desperdicios sin clasificar, se captura la mayor cantidad posible de calor de esa reacción y se utiliza para generar energía.

## Escenarios de reciclaje avanzado

Hay dos enfoques principales para el reciclaje avanzado basado en pirólisis: las unidades de pirólisis independientes que producen aceite de pirólisis y las unidades de instalaciones están integradas en un complejo petroquímico. En ExxonMobil, utilizamos este último enfoque. Por ejemplo, nuestra tecnología Exxtend para el reciclaje avanzado, una tecnología patentada desarrollada en nuestro sitio en Baytown, Texas, utiliza la infraestructura existente para coprocesar desperdicios plásticos junto con materias primas de origen fósil en nuestro complejo petroquímico de Baytown.

En ambos casos, el primer paso es el preprocesamiento de los desperdicios plásticos para preparar la materia prima. Esto implica lavado, trituración, secado, homogeneización y agregación, lo cual es consistente con las especificaciones de la materia prima. El preprocesamiento es un paso importante para ayudar a maximizar el contenido de poliolefinas y eliminar o reducir otros polímeros como poliésteres, poliestirenos o PVC, por ejemplo. Durante el preprocesamiento, se caracterizan los desperdicios plásticos, se identifican los contaminantes y se desarrollan estrategias para procesar los desperdicios para cumplir con las especificaciones de un reciclador.

El corazón del proceso es la pirólisis, para la cual utilizamos calor para romper el polímero en cadenas de carbono más pequeñas. Los polímeros se funden y se colocan en el reactor de pirólisis en el que se exponen a una alta temperatura (300 grados Celsius, 600 grados Fahrenheit) sin oxígeno para que el polímero no se quemé, sino que se convierta en cadenas de carbono más pequeñas, como etano o nafta en forma de petróleo y gas. El petróleo y el gas de pirólisis se recuperan en las unidades de ExxonMobil y luego se envían para su posterior refinación y purificación.

Finalmente, estas pequeñas moléculas se transforman en materias primas utilizables que se pueden atribuir a polímeros circulares certificados a través del enfoque de balance de masa [Certificación de carbono y sostenibilidad internacional \(ISCC, por sus siglas en inglés\) PLUS](#) utilizando la opción "determinado por masa" con "atribución libre certificada" aplicada. ExxonMobil ha obtenido certificaciones a través de ISCC PLUS para varias de sus instalaciones, incluida su planta de reciclaje avanzado de Baytown, Texas. ISCC PLUS es ampliamente reconocido como un sistema eficaz y robusto de [atribución de balance de masa](#) para desperdicios plásticos procesados en una instalación de reciclaje avanzado certificada.

Nuestro objetivo es procesar los desperdicios plásticos, utilizando la infraestructura existente y las unidades integradas en nuestras diversas instalaciones existentes, lo que creemos que nos permitirá escalar rápidamente a nivel mundial.

## ¿Cuáles son las materias primas deseables para la tecnología Exxtend?

La Figura 3 ilustra los tipos de materias primas que suelen ser las más adecuadas para las tecnologías de reciclaje avanzado y, específicamente, qué tipos buscamos para usar con nuestra tecnología Exxtend.

Las fuentes de material preferidas son las poliolefinas: polipropileno, polietileno, películas mixtas multicapa, rígidas o flexibles, en todas sus formas. Otros materiales que ExxonMobil ha procesado con la tecnología Exxtend incluyen películas metalizadas, películas de barrera, nailon, EVOH, laminado y pasto artificial. Las fuentes de material menos deseables son los poliestirenos y los poliésteres. La molécula de poliéster introduce oxígeno en el proceso, no queremos eso en la pirólisis.

Se evitan el PVC, los materiales halogenados y todos los materiales no plásticos.



Figura 3. Materia prima deseable para la tecnología Exxtend

## Conclusión

Las tecnologías de reciclaje avanzado presentan una vía prometedora para ayudar a abordar el desafío de los desperdicios plásticos. Debido a que el reciclaje avanzado es complementario al reciclaje mecánico, puede ayudar a ampliar la gama de plásticos que se reciclan.

Al desbloquear el valor inherente de los plásticos usados a través de métodos como la tecnología Exxtend de ExxonMobil para el reciclaje avanzado, podemos aumentar la cantidad de desperdicios que desviamos de los vertederos y la incineración. Estas tecnologías también apoyan el desarrollo de una economía circular para los plásticos.

A medida que continuamos innovando e implementando estos métodos avanzados de reciclaje, esperamos poder acercarnos a un futuro en el que los desperdicios plásticos se gestionen de manera efectiva.



©2024 ExxonMobil. ExxonMobil, el logotipo de ExxonMobil, el dispositivo de la "X" entrelazada y otros nombres de productos o servicios utilizados en este documento son marcas comerciales de ExxonMobil, a menos que se indique lo contrario. Este documento no se podrá distribuir, exhibir, copiar o alterar sin la autorización previa por escrito de ExxonMobil. En la medida en que ExxonMobil autorice la distribución, exhibición o copia de este documento, el usuario puede hacerlo solo si el documento no está alterado y está completo, incluidos todos sus encabezados, pies de página, exenciones de responsabilidad y otra información. No puede copiar este documento ni reproducirlo en su totalidad o en parte en un sitio web. ExxonMobil no garantiza los valores típicos (u otros). Todos los datos incluidos en este documento se basan en el análisis de muestras representativas y no en el producto real enviado. La información de este documento se relaciona únicamente con el producto o los materiales mencionados cuando no se combina con ningún otro producto o material. Basamos la información en datos que se consideran confiables en la fecha de compilación, pero no representamos, ofrecemos garantía ni garantizamos de otra manera, expresa o implícitamente, la capacidad de comercialización, idoneidad para un propósito particular, ausencia de violación de patente, idoneidad, precisión, confiabilidad o la integridad de esta información o los productos, materiales o procesos descritos. El usuario es el único responsable de todas las determinaciones con respecto a cualquier uso del material o producto y cualquier proceso en sus territorios de interés. Renunciamos expresamente a toda responsabilidad por cualquier pérdida, daño o lesión sufrida o incurrida directa o indirectamente como resultado de, o relacionado con cualquier persona que use o confíe en cualquiera de la información en este documento. Este documento no es una aprobación de ningún producto o proceso que no sea de ExxonMobil, y renunciamos expresamente a cualquier implicación contraria. Los términos "nosotros", "nuestro", "ExxonMobil Product Solutions" y "ExxonMobil" se utilizan cada uno por conveniencia y pueden incluir a uno o más de los siguientes: ExxonMobil Product Solutions Company, Exxon Mobil Corporation o cualquier empresa afiliada, ya sea que se gestione directa o indirectamente.

Póngase en contacto con nosotros para obtener más información:  
[exxonmobilchemical.com/exxtend](http://exxonmobilchemical.com/exxtend)

**ExxonMobil**