

## Sistemas de Reciclaje y nuevos modelos de negocio para la segunda vida de los residuos

### 2.1. Optimización del reciclaje de plásticos

Antes del reprocesado real de materiales reciclados en nuevos productos, debe ocurrir la conversión de desechos a nuevas materias primas. Esta fase generalmente se denomina 'Fin de los residuos' y comienza después del paso de recolección. El proceso puede incluir los siguientes pasos, cada uno de los cuales puede ocurrir en cualquier lugar entre nada y varias veces a lo largo de la secuencia:

- Separación y clasificación: se produce en función de la forma, la densidad, el tamaño, el color o la composición química.
- Empaquetado: si el plástico no se procesa donde se clasifica, a menudo se embala en el medio para su transporte.
- Lavado: eliminación de contaminantes (a menudo orgánicos).
- Molienda: reducción de tamaño de productos a escamas.

-Composición y

granulación: reprocesamiento opcional de los copos en un granulado, que es más fácil de usar para los convertidores que los copos.

### 2.1.1. RECOGIDA

Los sistemas que incluyen la recolección de desechos plásticos posconsumo se pueden dividir aproximadamente en tres categorías generales:

- › Recogida monomaterial: La recogida de residuos está diseñada para obtener una única fracción de material separado en origen como son los plásticos. La recogida de residuos puede incluir varios tipos de plástico juntos o centrarse en tipos de plástico específicos (por ejemplo, botellas de PET o plástico rígido como macetas, tarrinas y bandejas).
- › Recogida multimaterial: La recolección está diseñada para recolectar varios tipos de materiales reciclables separados en la fuente, como metales, vidrio y plásticos.

› Recogida mixta: Los

residuos que se originan en este tipo de recogida suelen estar muy contaminados y necesitan un tratamiento posterior intensivo. Esta corriente puede incluir los residuos orgánicos.

La recogida de plástico monomaterial se puede diseñar de forma muy diferente. Los sistemas de recolección pueden diseñarse para uno o pocos polímeros (por ejemplo, botellas de PET), para tipos de plástico (por ejemplo, plástico rígido o flexible) o plástico en general.

Una amplia colección de una gran variedad de tipos de plástico también requiere una clasificación fina más minuciosa, lo que da como resultado una mayor proporción de material rechazado y, en algunos casos, una menor calidad de la fracción de salida (plástico secundario).

La eficacia de muchas técnicas de separación depende de la limpieza general de la superficie del plástico. Los revestimientos, como las etiquetas y la pintura, pueden afectar, por ejemplo, a los métodos de identificación que se basan en el análisis espectroscópico.

Además, la reducción de tamaño (trituración) del material a separar suele ser un paso clave del proceso. Generalmente mejora la eficiencia de separación, permitiendo la generación de productos de alta pureza.

## 2.1.2. LIMPIEZA DE

### PLÁSTICOS

#### 2.1.2.1. Limpieza en seco

Se sopla aire a través del lecho del material eliminando los contaminantes ligeros. Este proceso de limpieza a menudo está relacionado con la reducción de tamaño, eliminando los contaminantes finos a medida que se liberan mediante técnicas como el cribado, el uso de pantallas, hidrociclones o filtros.

#### 2.1.2.2. Lavado para eliminar contaminantes

Los residuos de líquidos y alimentos pueden eliminarse lavando con la ayuda de un tensioactivo adecuado si es necesario. También es necesario lavar para quitar las etiquetas de las botellas. Los pegamentos que sujetan las etiquetas a la botella pueden usarse solo en el borde o pueden cubrir totalmente la parte posterior de la etiqueta. Los pegamentos de fusión en caliente son particularmente problemáticos ya que se ablandan a temperaturas mucho más altas que los pegamentos convencionales. Algunas tintas también pueden ser solubles en agua y pueden

tóxicos como el plomo. El tratamiento del agua contaminada generada por el proceso de lavado aumenta el coste de la operación de clasificación.

### 2.1.2.3. Eliminación del revestimiento con abrasivos

Como se explicó anteriormente, el recubrimiento debe eliminarse en el sitio de análisis para permitir que se realice la identificación correcta. La superficie normalmente se limpia con un disco abrasivo. Este es un proceso que requiere mucho tiempo y, por lo tanto, solo vale la pena para artículos grandes.

### 2.1.3. REDUCCIÓN DE TAMAÑO

La reducción del tamaño suele ser un paso importante, ya que es útil para mejorar la liberación de materiales de las mezclas de constituyentes, aumentar la densidad aparente del plástico para minimizar los costos de transporte, producir material de un tamaño que pueda medirse con

mayor precisión y

generar material del rango de tamaño correcto para el proceso de separación. Hay varias técnicas que se utilizan para tal fin.

### 2.1.3.1. Trituradoras y Amoladoras Rotativas

Las trituradoras reducen el tamaño de los plásticos mediante una acción de corte. El plástico se introduce en un conjunto de ejes contrarrotativos asincrónicos equipados con discos de corte y collares distanciadores. Las amoladoras rotativas toman mordidas simétricas del material a moler con bloques de acero montados en un rotor. Las amoladoras rotativas normalmente funcionan a baja velocidad (aproximadamente 80-100 rpm) y un alto par.

### 2.1.3.2. Cortadores de cuchillas giratorias

El cortador de cuchillas giratorias se ha descrito como el dispositivo más utilizado para la reducción del tamaño de los plásticos. El dispositivo utiliza una combinación de cuchillas estacionarias y giratorias para reducir el tamaño del plástico. La acción de corte se produce

cuando el plástico se mueve entre las cuchillas estacionarias y giratorias. Las palas giratorias se ajustan en un ligero ángulo con respecto al eje del rotor y las palas fijas se ajustan en el mismo ángulo, pero en dirección opuesta.

### 2.1.3.3. Molienda criogénica

La temperatura se puede utilizar para mejorar la eficiencia energética de la molienda y para mejorar la liberación de pegamentos, etiquetas y materiales compuestos. El enfriamiento del plástico también evita la degradación térmica de polímeros como el PVC, que puede ocurrir con otros procesos de trituración. Se puede rociar nitrógeno líquido sobre los plásticos, o los plásticos se pueden pasar a través de un baño de líquido, en un túnel cerrado.

## 2.2. Reciclaje mecánico

## La clasificación y

separación del plástico recolectado tiene el propósito general de permitir un reciclaje de alta calidad. La separación de diferentes polímeros es particularmente importante para el reciclaje mecánico porque el procesamiento de materiales mixtos produciría un material reciclado de baja calidad, que solo podría usarse en un número limitado de aplicaciones. Las tecnologías de clasificación y separación tienen como objetivo reducir la cantidad de no plásticos y reducir la cantidad de polímeros plásticos no objetivo.

La técnica seleccionada para la clasificación dependerá de varios factores:

- complejidad de la mezcla plástica
- calidad (nivel de contaminación)
- forma física del polímero
- uso final del plástico
- economía (coste de la operación de separación)

La salida de las plantas de clasificación puede ser un solo polímero o diferentes mezclas de tipos de polímeros (colores simples o colores mixtos).



Hay varios tipos de clasificación disponibles en función de la colección (monomaterial o mixta), tamaño...

### 2.2.1. Clasificación manual

La clasificación manual generalmente se usa para separar artículos grandes como láminas de plástico 2D de otros plásticos/reciclables mixtos. Además, se puede utilizar para eliminar materiales no específicos de flujos de residuos de un solo origen. Los materiales no específicos pueden ser impurezas o tipos no certificados de materiales de desecho de envases.

El modo de funcionamiento se basa en la identificación visual de los plásticos por parte de un operario. Es barato en términos de inversión de capital, pero es lento y requiere mucha mano de obra.

## 2.2.2. Clasificación

manual con un grado de automatización

La materia prima pasa a lo largo de una cinta transportadora para que el operador la identifique visualmente y la clasifique por categoría de polímero activando el mecanismo de eyección automática.

### 2.2.3. Técnicas de clasificación automática

Hay varias técnicas de clasificación automática. La siguiente tabla es un resumen de ellas.

El uso de infrarrojos conlleva irradiar los plásticos sin clasificar con ondas infrarrojas cercanas (600-2500 metros de longitud de onda). Cuando se expone a ondas de luz infrarroja cercana, cada polímero refleja un espectro de identificación. Por lo tanto, este método puede identificar con precisión diferentes polímeros. Sin embargo, este método no es adecuado para la identificación de plásticos de colores oscuros. El método tiene una alta velocidad de identificación.

Además, la

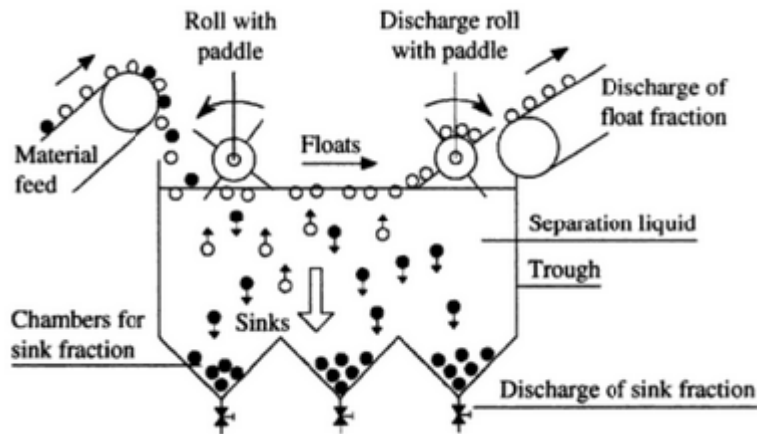
fluorescencia de rayos X también se ha utilizado para la clasificación. La mayor parte de esta tecnología se aplica a la clasificación de PVC, ya que los átomos de cloro en el PVC dan un pico único en el espectro de rayos X que es fácilmente detectable.

La adición de marcadores o trazadores añadidos durante la fabricación (colorantes infrarrojos en PET o colorantes fluorescentes) proporciona una alta precisión de detección para diferentes polímeros o incluso diferentes grados de polímero (hasta un 90 % para la contaminación por partículas coloreadas de escamas de PET transparentes).

Identification Method	Advantages	Disadvantages	Application
Optical	Only effective means of sorting by colour	Does not identify the polymer	Used to remove coloured impurities and to sort one polymer by colour (such as PET)
Mid Infrared	Proven and established technology. Can identify dark plastics	Not applicable for high speed identification systems. Requires relatively smooth, clean surface. Object to be identified must be brought to the instrument's measuring window	Assisted manual separation of car components
Near Infrared	Fast - photodetectors have short response times. Suited for analysis of transparent or lightly coloured objects	Unsuitable for dark objects such as those containing carbon black which absorbs and scatters at NIR frequencies	Bottle sorting
UV fluorescence	With the use of tracers the system is capable of identifying polymer blends	Not discriminating enough without tracers. Cost of tracers prohibitive	General application to all polymers with inclusion of tracers
X-Ray	Proven and established technology for the identification of PVC	Elemental analysis - many polymers are composed of the same elements	Separation of PVC from PET

#### 2.2.4. Tanques de flotación

Se basa en la separación en líquido mediante diferencias en las densidades de los polímeros. Se están examinando mejoras con fluidos supercríticos y otros disolventes no orgánicos para reemplazar el agua.



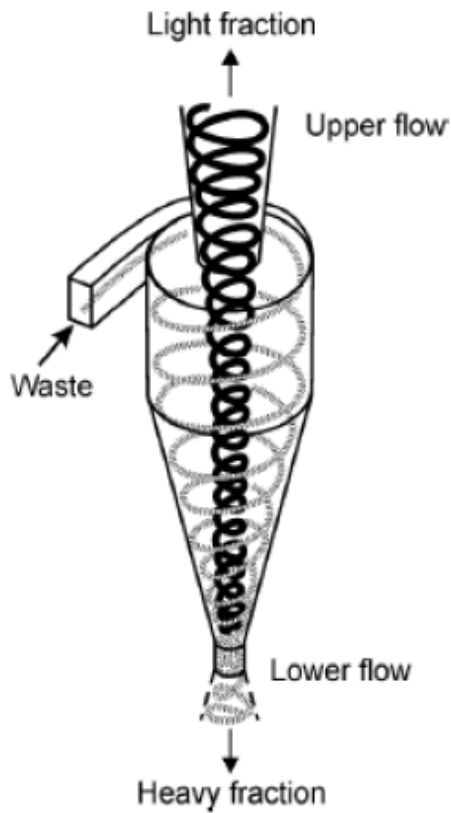
(Clasificación de Residuos Plásticos para Reciclaje. RD Pascoe)

### 2.2.5. Hidrociclones

La clasificación por densidad se basa en la fuerza centrípeta a la resistencia del fluido. Los residuos se introducirán en el hidrociclón en forma de suspensión. Las fracciones más ligeras serán transportadas hacia arriba, mientras que las partículas más densas terminarán en el fondo del ciclón. La reducción de tamaño generalmente se realiza antes del tratamiento en hidrociclones. Permite una mejor separación que los tanques de flotación estáticos. Puede

separar PE de PVC,

PET o PS más pesados. Mejor en todo que los tanques estáticos de flotación y hundimiento.



(Plástico CERO - Cooperaciones Público Privadas para Evitar el Plástico como Desecho)

## 2.2.6. Clasificador de

aire

Separa según la velocidad de caída de los materiales en una corriente de aire. La función es separar en partes ligeras y pesadas. Se encuentran disponibles diferentes tipos de clasificadores de aire.

## 2.2.7. Separador balístico

Clasificación automática según tamaño, densidad y rigidez. la clasificación da como resultado tres fracciones;

- › Fracción ligera (partes ligeras y planas)
- › Fracción pesada (partes pesadas y cúbicas)
- › Fracción fina (por ejemplo, menos de 20 mm)

Un separador balístico es, en principio, una plataforma perforada vibrante. Una pequeña inclinación en la plataforma hace que los materiales pesados caigan al nivel inferior de la plataforma, mientras que los materiales más livianos, como las láminas de plástico, se transportan hacia arriba. Los materiales finos caen a través del fondo perforado.



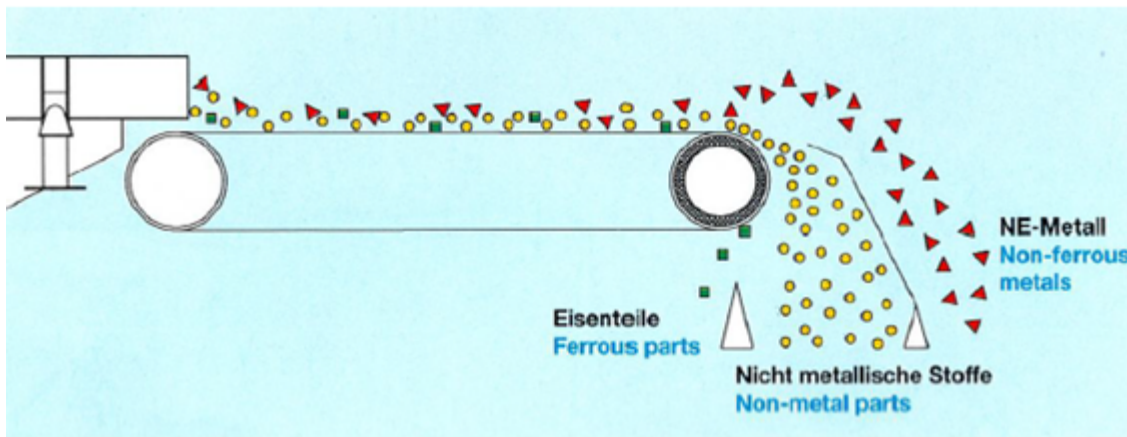
(Separador balístico BRT HARTNER)

### 2.2.8. Separación magnética y de corrientes de Foucault

Este equipo se aplica para clasificar hierro magnético y metales no ferrosos (ej. aluminio).



El imán es capaz de separar las partes ferromagnéticas de los materiales no ferromagnéticos. El acero inoxidable y otros metales no se separarán en dichos equipos.



(Separador de corriente de Eddie - principio de funcionamiento)

### 2.2.9. Separación electrostática

La separación también se puede lograr empleando la carga electrostática de diferentes plásticos. Este método separa los materiales plásticos a través de sus diferencias en las cargas electrostáticas. Los materiales se clasifican dejándolos caer libremente a través de un campo

eléctrico producido

entre dos conjuntos paralelos de electrodos de carga opuesta y se recogen por separado según la carga triboeléctrica que tengan.

### 2.2.10. Disolución selectiva

Es la disolución por lotes de plásticos mixtos utilizando disolventes. Los polímeros tienen diferente solubilidad en disolventes orgánicos (diferencias amplificadas por la acción de la temperatura). Diferentes pasos como hacer soluble, luego precipitación, luego filtraciones y finalmente evaporación de solventes. Esta técnica ayuda en la separación completa de los polímeros mediante un control cuidadoso de la temperatura y la selección del disolvente apropiado. El polímero individual se puede separar de mezclas complejas, contaminaciones como suciedad o tierra. La desventaja de esta técnica es la cantidad de disolventes utilizados, aunque la mayoría de los disolventes se reciclan dentro del proceso.

### 2.2.11. Clasificación por fusión

Esta técnica de clasificación es adecuada para clasificar sólo dos tipos de plástico a la vez. Para poder utilizar este método, es esencial que las temperaturas de fusión de los plásticos sean significativamente diferentes. Esta técnica consiste en un separador de cinta de rodillos calentado. La clasificación tiene lugar por termoadherencia selectiva de las partículas blandas a los rodillos de la cinta.

La mayoría de las plantas de clasificación europeas consisten en una combinación de las tecnologías mencionadas anteriormente para garantizar una clasificación económica y eficiente del material de entrada con una calidad de salida satisfactoria. La composición exacta de la planta específica debe ajustarse de acuerdo con el material de entrada y la calidad de salida requerida.

El reciclaje mecánico involucra el uso de procesos relativamente simples y genera materiales poliméricos de alta calidad. Sin embargo, este proceso es principalmente adecuado para flujos de residuos homogéneos que a menudo requieren residuos limpios del mismo tipo o un alto grado de clasificación, lo que puede aumentar los costes de operación.

retos relacionados con el reciclaje mecánico

Surgen diferentes desafíos al reciclar tanto monoplásticos como plásticos mixtos. El problema principal es el hecho de que los polímeros se degradarán bajo ciertas condiciones. Estas condiciones son, entre otras, calor, oxidación, luz, radiación iónica, hidrólisis y cizallamiento mecánico.

## 2.3. Productos plásticos secundarios. Ejemplos y tendencias del mercado

## 2.4. Rutas químicas para el reciclaje. Tecnologías de disolución, catalíticas y termoquímicas

## 2.4.1. Despolimerización y lixiviación

En esta sección se presentan diferentes rutas para el reciclaje químico de plásticos. Se pueden agrupar en dos categorías tecnológicas: despolimerización química y separación asistida por disolventes.

### DESPOLIMERIZACIÓN QUÍMICA

#### Vista general del proceso

La despolimerización química consiste en romper cadenas poliméricas mediante el uso de productos químicos. También se puede denominar en la literatura como quimiólisis y solvólisis. El desecho plástico primero se trata previamente para eliminar los contaminantes sólidos antes de iniciar el proceso. Se utilizan productos químicos para descomponer las cadenas de polímeros en oligómeros de cadena más corta (despolimerización parcial) o monómeros (despolimerización total).

Una vez completada la despolimerización, los monómeros se recuperan y purifican.

#### Aplicaciones

El proceso de despolimerización química sólo es aplicable a determinados tipos de plásticos. Los más significativos son los polímeros de condensación. Su nombre proviene de la forma en que se forman (polimerización por condensación).

El tereftalato de polietileno (PET) y otros poliésteres, el poliuretano (PU), las poliamidas (PA) y el ácido poliláctico (PLA) son los polímeros más relevantes que pueden someterse a despolimerización química.

Polymer	Waste stream
Polyethylene Terephthalate (PET)	Bottles Films and trays Textiles including polyester and polyester/cotton blends
Polyurethanes (PU)	Mattress foams Rigid foams
Polyamides (PA)	Fishing line and nets Textiles including fabrics and apparel
Polylactic Acid (PLA)	Beverage cups

## Productos por insumo químico

La forma en que funciona el proceso de despolimerización es esencialmente la misma para cada polímero. Los enlaces que unen a los monómeros se rompen. Sin embargo, la vía de reacción por la que se rompen los enlaces químicos depende de la molécula utilizada para la despolimerización.

Hay cinco entradas químicas principales, cada una con una vía de reacción distinta y, por lo tanto, una salida de monómero diferente. La siguiente tabla muestra los diferentes rendimientos que se pueden obtener para PET.

Tabla: Productos de despolimerización de PET por aporte químico.

Chemical input	Reaction pathway	Monomer output	Other product(s)
Glycol	Glycolysis	bis(2-Hydroxyethyl)terephthalate (BHET)	Ethylene Glycol
Water	Hydrolysis	Terephthalic acid (TPA)	Ethylene Glycol
Methanol	Methanolysis	Dimethyl Terephthalate (DMT)	Ethylene Glycol
Amines	Aminolysis	bis(2-hydroxyethylene) terephthalamide (BHETA)	---
Ammonia	Ammonolysis	Terephthalamide	Ethylene Glycol

Estas vías no se explotan comercialmente en este momento. La glucólisis, la hidrólisis y la metanólisis han demostrado éxito a nivel de planta piloto o mayor, siendo la glucólisis la más avanzada en términos de demostración de viabilidad comercial a mayor escala. Para la aminólisis y la amonólisis, no hay evidencia hasta la fecha de que hayan progresado más allá de los ensayos de laboratorio.

## Rendimiento ambiental

Se han llevado a cabo varios intentos para evaluar el comportamiento medioambiental de los procesos de despolimerización química. En general, la despolimerización química sigue siendo demasiado exigente en términos de requisitos de energía y el reciclaje mecánico todavía se considera la tecnología más favorable en general.

Sin embargo, la despolimerización química permite abordar los problemas de contaminantes inevitables en el PET reciclado mecánicamente, especialmente después de una serie de ciclos de reciclaje. Por lo que este aspecto no debe obviarse.

## Resumen

Según el informe sobre Reciclado Químico de Hann y Connock (2020) aquí tienes un resumen de las ventajas y desventajas de la despolimerización química.

### Ventajas:

- Las salidas de monómero se pueden utilizar para producir productos plásticos de igual calidad que los equivalentes vírgenes, potencialmente adecuados para aplicaciones en contacto con alimentos.
- Ejemplos demostrados de sistemas que permiten la recuperación y reutilización de reactivos químicos como catalizadores y disolventes.
- Altos rendimientos demostrados para una serie de tecnologías.
- Demostración de viabilidad comercial para insumos de botella y fibra.

### Desventajas:

- Actualmente sólo puede manejar insumos materiales que son en gran medida de naturaleza homogénea.
- A menudo requiere pasos estrictos de preselección o pretratamiento para prepararse para la purificación.



- Por lo general, requiere altos requisitos de energía, en particular las etapas de secado posteriores a la purificación.
- Por lo general, no puede eliminar los contaminantes por completo.
- No se ha demostrado que proporcione resultados de calidad alimentaria.
- Falta de claridad con respecto a los tipos de disolventes y toxicidades para ejemplos a mayor escala.
- No permite el reciclaje ilimitado del material, debido a la degradación térmica de las cadenas durante el reprocesado y la conversión para formar nuevos productos plásticos.
- Falta de claridad actual con respecto al desempeño ambiental.
- Aún por demostrar la viabilidad económica a escala comercial.

## PURIFICACIÓN CON DISOLVENTES

### Vista general del proceso

La base de la purificación con disolventes es utilizar el principio de solubilidad para separar selectivamente cualquier sustancia contaminante de los residuos plásticos. Estos contaminantes típicamente consisten en:

- Aditivos como retardantes de llama, estabilizadores, modificadores de impacto, colorantes y pigmentos;
- Polímeros no objetivo; y
- Sustancias no añadidas intencionalmente (NIAS), que son compuestos absorbidos y producidos dentro del material plástico durante su uso. Esto puede incluir productos secundarios del proceso de fabricación, así como productos de degradación, tanto de la descomposición parcial del propio polímero como de los aditivos contenidos en el plástico.

El plástico se tritura y se disuelve en un disolvente, exhibiendo una alta solubilidad del polímero mientras que los contaminantes tienen una baja solubilidad. Los contaminantes permanecerán sólidos y se separarán de la fase líquida.

Una vez que se completa el proceso de purificación, el polímero se extrae de la disolución colocándolo en un disolvente en el que no es soluble, para volver a solidificar el polímero, en un proceso conocido como precipitación. Sigue un tratamiento adicional del polímero, que incluye filtración, lavado y secado, para eliminar el disolvente.

## Aplicaciones

Dado que la eficacia de esta tecnología depende de la solubilidad, teóricamente se puede aplicar a casi cualquier polímero, siempre que se pueda encontrar un disolvente adecuado.

La siguiente tabla muestra la aplicación actual para la purificación de solventes por tipo de polímero y flujos de desechos.

Polymer	Waste stream
Polystyrene (PS)	Expanded polystyrene foam (EPS) Houshold PS waste
Polyethylene Terephthalate (PET)	Polyester/cotton textile Packaging
Polyethylene (PE)	Multilayer bags
Polyamide (PA)	Multilayer bags
Polypropylene (PP)	Carpets

## Aspectos críticos

La eficacia de la purificación de polímeros depende en gran medida de la composición exacta de la entrada de residuos en términos de contaminantes. Lamentablemente, existe una falta de claridad para la mayoría de las tecnologías con respecto a las impurezas que se tratan.

Idealmente, si se conocen todos los tipos de polímeros contenidos en los residuos plásticos, así como la gama completa de contaminantes, el proceso podría usarse para purificar flujos de residuos de múltiples materiales, siempre que haya suficientes etapas de selección de disolventes.

Teóricamente, esto podría evitar los costes asociados con la recogida segregada y la infraestructura de clasificación avanzada requerida para separar tipos de polímeros específicos. Sin embargo, la complejidad adicional requerida para garantizar la selectividad para cada tipo de polímero conduce a costes ambientales y económicos más altos debido al aumento de los insumos de solvente, energía y tiempo.

El cribado y la clasificación de los materiales es un paso común de pretratamiento para separar los contaminantes externos, como adhesivos, pegamento, cinta adhesiva, etc. Incluso después de la purificación, el riesgo de impurezas residuales suele ser un problema debido a la reducción de las propiedades del material en comparación con el polímero virgen.

Otro factor limitante importante es que el proceso puede tener una influencia estresante en la estructura del polímero, como lo hacen las tensiones térmicas y físicas durante el reprocesado del plástico. Esto significa que el método probablemente no permitirá un reciclaje infinito de un material plástico.

## Rendimiento ambiental

Un estudio financiado por el gobierno holandés llevó a cabo varios estudios de selección de estudios ACV de tecnologías de reciclaje químico con el objetivo de determinar si pueden encajar dentro del sistema de gestión de residuos holandés.

Aunque los resultados del estudio no son lo suficientemente detallados como para hacer suposiciones generales, la comparación de los métodos de conversión de residuos en energía con la purificación con solventes de poliestireno expandido (EPS) encontró beneficios significativos para el cambio climático para este último.

Sin embargo, como esta tecnología aún no ha alcanzado la escala comercial, es difícil sacar conclusiones sólidas. Los estudios hasta la fecha se han basado en escenarios que definen entradas de flujo de residuos muy específicas para garantizar una purificación exitosa.

## Resumen

Según el informe sobre reciclaje químico de Hann y Connock (2020), aquí tienes un resumen de las ventajas y desventajas de la purificación con disolventes.

### Ventajas:

- Se ha demostrado que separa mezclas textiles de polialgodón.
- Los disolventes ambientalmente benignos han sido probados con éxito a escala de laboratorio.
- Generalmente, permite la recuperación del disolvente para su reutilización.
- Se ha demostrado que el proceso recupera subproductos no objetivo para su valorización.

### Desventajas:

- Por lo general, requiere flujos de desechos homogéneos como entrada, lo que a menudo requiere tecnologías extensas de pretratamiento/clasificación.
- Falta de información sobre las cantidades de reactivos químicos y otros materiales complementarios, por ejemplo, catalizadores.
- Falta de claridad en cuanto a las entradas de energía generales asociadas con las tecnologías, procesos que a menudo requieren altas entradas de energía.
- Falta de información de rendimiento a nivel de planta.

- Falta general de comprensión sobre el nivel de contaminación que pueden manejar las tecnologías, ni sobre cómo se tratan los contaminantes después de la purificación de monómeros.
- Poca consideración en la información publicada para insumos/subproductos peligrosos.
- Falta de datos de desempeño ambiental verificados para la mayoría de las tecnologías.



**Copyright: CC BY-NC-SA 4.0:**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Con esta licencia, es libre de compartir la copia y redistribuir el material en cualquier medio o formato. También puede adaptar, remezclar, transformar construir sobre el material.



y

**Sin embargo, sólo bajo los siguientes términos:**

**Atribución:** debe otorgar el crédito apropiado, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciente lo respalda a usted o su uso.

**No comercial:** no puede utilizar el material con fines comerciales.

**ShareAlike:** si remezcla, transforma o construye sobre el material, debe distribuir sus contribuciones bajo la misma licencia que el original.

**Sin restricciones adicionales:** no puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.

La información y las opiniones expuestas en este informe pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente la opinión oficial de la Unión Europea. Ni las instituciones y órganos de la Unión Europea ni ninguna persona que actúe en su nombre podrán ser considerados responsables del uso de la información proporcionada.

Cofinanciado por el  
programa Erasmus+  
de la Unión Europea

