

MÉTODOS DE TRATAMIENTO DE RESIDUOS

Preguntas introductorias para el lector antes de la lectura:

- ¿Por qué es importante que un Embajador Residuo Cero conozca los métodos de tratamiento de residuos?
- ¿Cuál crees que es la opinión de un municipio o de una empresa de residuos sobre los residuos? ¿Coincide con la tuya?
- ¿Qué métodos de tratamiento de residuos conoces?
- ¿Cuáles son los principales argumentos para elegir o proponer un determinado método de tratamiento de residuos?
- ¿Qué métodos de tratamiento de residuos se utilizan en tu municipio?
- En tu opinión, ¿qué aspectos determinan que un método de tratamiento de residuos sea bueno o malo?

No situamos el modelo residuo cero en un limbo, sino en una infraestructura ya existente. Un Embajador Residuo Cero debe conocer los aspectos básicos de la gestión de residuos, como la jerarquía de residuos y las tecnologías descritas en ella. Es importante conocer los valores objetivo mundiales, europeos y nacionales para estar informado sobre la hoja de ruta de la gestión de residuos y la economía circular. Es necesario vincular la gestión de residuos a otros sectores, como el del transporte, la energía o la construcción. Tanto los municipios como los productores de productos de consumo están sujetos al cumplimiento de obligaciones y responsabilidades establecidas por ley. El modelo residuo cero ha de contribuir al cumplimiento de las responsabilidades legales de los municipios y de las empresas de residuos, el modelo residuo cero ha de representar una ventaja.



Antes de seguir leyendo este capítulo, piensa por qué tu municipio ha seleccionado las opciones de tratamiento de residuos actuales. ¿Cuáles crees que fueron los motivos para hacerlo?

Perspectivas de futuro en la gestión de residuos

Los principales motores de la gestión de residuos son los siguientes:

- Saneamiento público;
- Prevención de suciedad y vertederos ilegales en la tierra y en el mar;
- Valorización de materiales y energética;
- Ahorro de costes e incentivos económicos;
- Responsabilidad de los productores;
- Necesidad de encontrar soluciones;
- Urbanización.

Algunos de los nuevos desafíos:

- Alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Estos 17 objetivos globales fijados por Naciones Unidas son fundamentales para mantener la dignidad y la prosperidad de todas las generaciones. Los objetivos son de carácter ecológico, económico y social.
- Falta de recursos y cadenas de suministro seguras. Se están agotando metales que en realidad se podrían obtener de los residuos.
- Eficiencia de recursos. Es urgente mejorar el uso de los recursos mediante productos inteligentes y ecodiseño.
- El cambio climático. Una gestión adecuada de los biorresiduos y la reducción de las emisiones de CO₂ y CH₄ contribuirán a ralentizar la velocidad del cambio climático.
- Fuentes de energía alternativas. Las fracciones de residuos ricas en energía proporcionan electricidad y agua caliente en zonas urbanas, además de sustituir a los combustibles fósiles.
- Nuevos flujos de residuos. Los dispositivos electrónicos, las pantallas planas y los dispositivos informáticos, la ropa y las viviendas inteligentes, el internet de las cosas, los nanomateriales, etc. necesitarán métodos de tratamiento hasta ahora inexistentes.

- La globalización. Necesitamos aprender a tratar materiales que no existen en nuestros países.
- El envejecimiento de la población. Las personas ancianas tienen hábitos de consumo diferentes.
- La economía circular, los planteamientos basados en el ciclo de vida y el empleo verde como sustitutos de los modelos lineales de producción y consumo.
- La responsabilidad ampliada del productor para financiar la recogida y el tratamiento de flujos de residuos particulares.
- La inteligencia artificial y la robótica para automatizar el procesamiento de los residuos.
- Gestión de residuos en situaciones de crisis, es decir, sistemas de recogida de residuos permanentes o temporales para, p. ej., campos de refugiados o zonas de conflicto armado.
- El modelo residuo cero para gestionar los residuos de tal manera que no sea necesario desechar residuos.
- Minería urbana para gestionar nuestro entorno urbano como una futura cantera de extracción de nuevos materiales, etc.
- La mejora de las instalaciones de las plantas de tratamiento.
- Reducir la brecha entre los responsables políticos y la ciudadanía para evitar conflictos cuando se tomen decisiones importantes (p. ej., sobre una nueva planta de tratamiento anaeróbico). En resumen, favorecer el debate público.
- Evitar el denominado turismo de residuos (residuos generados en un lugar que se tratan en otro debido a la ausencia de instalaciones de tratamiento).
- Burocracia.
- Obstáculos no relacionados con la tecnología (legislación y normativas).

Un crecimiento del PIB afectará a la cantidad de residuos alimentarios generados a lo largo de su cadena de suministro, así como a la cantidad de sobras en los hogares. La fracción orgánica será predominante en los residuos sólidos municipales y hay que afrontar el reto de los gases de efecto invernadero (GEI). El tratamiento sostenible y rentable de los biorresiduos consistirá en una combinación de compostaje y digestión anaerobia (transformación de residuos en bioenergía), y el reciclaje de nutrientes ofrecerá la mejor solución. La biorrefinación de compuestos funcionales a partir de residuos orgánicos se verá reforzada, pero aún se tardarán años en incorporar este proceso a los sistemas de gestión de residuos a gran escala. El transporte transfronterizo de residuos será inevitable y, siempre y cuando esté bien controlado por las autoridades competentes, debería abordarse como una práctica cotidiana.

Gestión de residuos integrada

La gestión de residuos sólidos integrada es un enfoque estratégico de la gestión de residuos sostenibles que aborda todos los orígenes y aspectos, como, por ejemplo:

- Patrón de generación de residuos;
- Separación en origen y segregación de residuos;
- Recogida y traslado;
- Clasificación secundaria;

- Tratamiento;
- Valorización y eliminación combinadas;
- Producción de materias primas secundarias especialmente dirigida a maximizar la eficiencia de uso de los recursos.

Los residuos no se separan en una sola fracción, sino en varias; se analiza la calidad y se mejora siempre que sea posible, y los residuos se utilizan como material en lugar de depositarlos en vertederos. La gestión de residuos integrada emplea distintos métodos de control y eliminación de residuos, como prevención de la contaminación, reciclaje, reutilización, valorización energética o incineración, y por último, el depósito en vertederos de relleno sanitario para minimizar el impacto medioambiental de los flujos de residuos.

TRATAMIENTO DE RESIDUOS

El término «**tratamiento de residuos**» se refiere a cualquier actividad que permita la valorización de materiales.¹ En el sector se preparan los residuos para su valorización o eliminación sometiéndolos a procesos mecánicos, térmicos, químicos o biológicos. Aquí también se incluyen la clasificación y el embalaje de los residuos para su transporte.



El objetivo del tratamiento es facilitar la manipulación de los residuos mediante:

- La reducción de la cantidad de residuos;
- La reducción de la peligrosidad de los residuos;
- La mejora de la cantidad y la calidad de los materiales valorizados;
- La facilitación de su gestión o eliminación

Para reducir el volumen de los residuos, se aplastan, se despedazan y se compactan.

La clasificación de cada fracción se lleva a cabo mediante:

- **Clasificación manual** (separación a mano, clasificación a mano). Es muy habitual, pero es un proceso lento, sucio, desagradable e ineficiente. Sin embargo, es flexible y fácil de organizar.
- **Clasificación mecánica.** La clasificación mediante sensores infrarrojos está muy implantada en Europa.

Las propiedades de los residuos se pueden modificar mediante procesos de lavado, humectación, secado (térmico, biológico), fundición y granulación. A efectos logísticos, también se necesitan procesos de empaquetado y almacenaje. El empaquetado incluye la compactación en figuras uniformes y la envoltura para evitar que se pierda la calidad durante el almacenaje y el transporte.

¹ Para más terminología relacionada con la gestión de residuos, consulta el capítulo *Información básica sobre el residuo cero* de este manual.

El tratamiento de residuos no constituye un objetivo en sí mismo, sino que es una fase previa que permite el tratamiento mecánico posterior.

Cuando leas los contenidos sobre los diferentes métodos de tratamiento de residuos que aparecen más adelante, intenta pensar, sin mirar las listas, en las ventajas y desventajas que presenta cada uno. Todos los métodos las tienen, y depende del punto de vista de cada persona que sean consideradas ventajas o desventajas (como ocurre con los políticos o con los propietarios de una empresa de residuos).

BIOTRATAMIENTO

Los residuos orgánicos son materiales procedentes de fuentes vivas, como plantas, animales y microorganismos biodegradables, y se pueden descomponer en moléculas orgánicas más sencillas. Esto ocurre en los ciclos naturales de nuestro entorno. En las zonas urbanas, por ejemplo, no podemos utilizar procesos naturales y necesitamos hacer uso de la tecnología. El reciclaje de residuos orgánicos es proceso de la gestión de residuos en el que los residuos orgánicos se reciclan en productos útiles.

Para que el **compostaje** a escala municipal sea viable, es necesario separar los residuos orgánicos de los demás residuos para garantizar un producto final de alta calidad, el compost. El compostaje es el proceso de descomposición de la materia orgánica por organismos de suelo que permite reciclar nitrógeno, fósforo y otros nutrientes en componentes ricos en humus.



El compostaje se diferencia del proceso de degradación natural porque en él intervienen el oxígeno, la hidratación y la temperatura, mientras que el proceso de degradación como tal es supervisado y controlado por un operario. Existen requisitos de calidad para el compost, y la instalación tiene que cumplir los límites de emisiones establecidos por ley. El compost se utiliza como fertilizante y como material para mejorar el suelo, ya que enriquece los sustratos con nitrógeno, fósforo, carbono orgánico y microorganismos.

Son varias tecnologías de compostaje que se utilizan dependiendo del espacio, el volumen de materia orgánica que se va a compostar, el presupuesto, el clima, etc.:

Windrow composting is the cheapest and simplest, where organic waste is placed in a large pile known as a windrow and periodically mixed to introduce oxygen and promote microbial activity.

- El compostaje en hileras es el más barato y el más sencillo, ya que los residuos orgánicos se apilan en una gran hilera y periódicamente se mezclan para introducir oxígeno y favorecer la actividad microbiana.
- Existen sistemas de compostaje al aire libre más sofisticados que utilizan aireación y cubren las pilas para protegerlas de las inclemencias del tiempo.

- Otro método es el de los tambores de compostaje, en los que el proceso está controlado por una cámara de compostaje.
- Los sistemas cerrados son mucho más caros que los sistemas en hilera, pero necesitan menos espacio, ya que el tiempo de procesado es menor, y ofrecen un mayor control de los olores.

Aspectos importantes que se deben tener en cuenta:

- La calidad, los tipos y la disponibilidad de los materiales (los biorresiduos).
- El emplazamiento y las dimensiones de la instalación de compostaje.
- Los posibles problemas técnicos, las aguas pluviales y la gestión de los olores, cuestiones climáticas, aves y alimañas.
- Los beneficios del compostaje para los generadores de residuos y para el sistema de tasas.
- El mercado de compost y certificación del producto.

La **digestión anaeróbica** es un proceso biológico que consiste en convertir los residuos orgánicos en dos productos, biogás y digestato, un fertilizante semisólido.



El digestato se puede utilizar con fines agrícolas y el biogás rico en metano se puede utilizar para generar electricidad y calor. Los residuos orgánicos se introducen en reactores cerrados sin presencia de oxígeno. Los microorganismos anaeróbicos convierten la biomasa en biogás y en un residuo rico en nutrientes que se denomina digestato. El biogás generado por digestión anaeróbica es una mezcla de CH_4 , CO_2 y pequeñas cantidades de H_2 y H_2S . Normalmente, el proceso transcurre en un plazo de entre dos y tres semanas.

¿Cuándo se debe utilizar el compostaje y cuando la digestión anaeróbica?

Cualquier persona puede aplicar y practicar el compostaje a pequeña escala fácilmente en cualquier sitio. Es una excelente oportunidad para iniciarse en el tratamiento de residuos orgánicos. El compostaje en hileras de los residuos de jardinería es una técnica habitual entre principiantes. Para que resulte económico, el nivel de compostaje tiene que superar las 10 000 toneladas al año en capacidad de producción. Para el compostaje a gran escala se necesita espacio y equipamiento. La aireación es imprescindible en el caso de los reactores de compostaje.

Para la digestión anaeróbica se necesitan unos reactores especiales, así como un flujo de residuos relativamente elevado y constante. Los ingresos dependen de la tarifa de depósito² del material, del precio del biometano y de la facilidad de uso del digestato. Se necesita personal cualificado y cumplir rigurosamente las medidas de seguridad, ya que el metano es un gas explosivo. Para que resulte económico, el nivel de digestión anaeróbica tiene que superar las 20 000 toneladas al año en capacidad de producción. Tanto en estado líquido como en estado sólido, la digestión anaeróbica se utiliza con frecuencia. No se puede utilizar reactores de digestión anaeróbica con dimensiones aptas para una vivienda.

² La tarifa de depósito es el precio que se paga en el momento de la recepción de los residuos en cualquier planta de tratamiento. No incluye los costes de transporte, pero incluye el coste de transformación de los residuos y los impuestos.

Con el tratamiento de digestión anaeróbica, la masa de residuos no cambia de manera significativa, por lo que los residuos del tratamiento, el digestato, se tienen que volver a tratar. Normalmente se deshidrata y se somete a un proceso de poscompostaje. Después se puede utilizar como compost ordinario.

Ventajas del biotratamiento:

- La recogida selectiva y el tratamiento de los residuos orgánicos reduce las emisiones de GEI de los vertederos.
- Si los residuos orgánicos se separan del flujo de residuos, el material restante (p. ej., los envases) es más limpio, lo cual facilita la valorización del material.
- Los productos finales del biotratamiento (compost y digestato) son fertilizantes y mejoran la calidad de los sustratos.
- La digestión anaeróbica genera biogás, que es una alternativa a los combustibles fósiles y comercializa con facilidad.
- El compost reduce la demanda de fertilizantes minerales.
- Los procesos de biotratamiento gestionados localmente generan empleo.

Desventajas del biotratamiento:

- El tratamiento de residuos orgánicos es caro.
- Necesita equipamiento.
- Necesita purificación de olores y lixiviados.
- La comercialización de compost/digestato puede presentar dificultades.
- Independientemente de su calidad, el compost y el digestato siguen siendo residuos, por lo que se tienen que comercializar cumpliendo la legislación vigente en materia de residuos.
- El proceso, si se hace al aire libre, depende de las condiciones meteorológicas.
- Para los procesos de digestión anaeróbica se necesita personal cualificado, ya que son delicados y el biogás es explosivo. El gas necesita limpieza adicional.

TRATAMIENTO MECÁNICO-BIOLÓGICO

Como su propio nombre indica, el tratamiento mecánico-biológico incluye elementos del tratamiento mecánico de residuos y tratamiento biológico para la parte más fina, que es rica en materia orgánica.



Una planta de tratamiento mecánico-biológico es un tipo de instalación de procesamiento de residuos que combina una instalación de clasificación con un proceso de tratamiento biológico, como compostaje o digestión anaeróbica. Las plantas de tratamiento mecánico-biológico están concebidas para **procesar residuos domésticos mezclados son clasificar**. Los sistemas de tratamiento mecánico-biológico permiten valorizar materiales incluidos entre los residuos mezclados y facilitan la estabilización del componente biodegradable de los materiales.

Este componente se puede configurar para valorizar los elementos individuales de los residuos o para producir un combustible derivado de residuos que se puede utilizar para generar energía. El principal objetivo del tratamiento mecánico-biológico es degradar el material orgánico en un entorno controlado para evitar las emisiones de GEI. En comparación con procesos de degradación similares que se llevan a cabo en vertederos, las emisiones están más controladas. Después de someter la fracción orgánica a un proceso de compostaje o de digestión anaeróbica, hay que depositarla en un vertedero. El concepto de tratamiento mecánico-biológico se desarrolló a finales de los años ochenta con el objetivo de ofrecer una alternativa a la incineración de residuos sin clasificar.

¿Por qué se utiliza el tratamiento mecánico-biológico?

El tratamiento mecánico-biológico se concibió para tratar residuos sin clasificar. No necesitaba cambios en la recogida, por lo que se intentó utilizar en municipios menos responsables.

Ventajas:

- Tecnología robusta y bien automatizada.
- Degradación de residuos orgánicos: menos emisiones de GEI.
- También es compatible con procesos de degradación anaeróbica, por lo que se puede capturar el CH₄ y emplearlo para generar energía.
- La fracción rica en plástico se puede convertir en combustible derivado de residuos (CDR).
- La fracción más fina semejante a la tierra se estabiliza y no se emiten GEI, por lo que se puede depositar en vertederos cumpliendo la legislación vigente.
- El tratamiento mecánico-biológico pretende minimizar la necesidad de utilizar vertederos y de incineración.
- Disponible a gran escala.
- La tecnología se puede mejorar para procesar recogida de residuos clasificados (cuando la separación en origen sustituya a la recogida de residuos mezclados).



Desventajas:

- No clasificar los residuos es desmoralizante para la población, ya que de manera errónea transmite el mensaje de que es aceptable no tomar medidas.
- En el caso del tratamiento mecánico-biológico (al igual que en el de las incineradoras o los vertederos), los responsables políticos no se sienten presionados para convertir los residuos en reciclaje.
- Supone una gran inversión.
- El equipamiento no es eterno.
- No existe ningún uso final específico para la fracción fina distinta del depósito en el vertedero.
- La fracción fina semejante a la tierra no es igual que el compost de calidad y no se puede utilizar en la agricultura.
- El tratamiento mecánico-biológico no se podrá considerar valorización de residuos en la UE a partir de 2027.



El tratamiento biológico y de valorización de materiales es una modificación avanzada del tratamiento mecánico-biológico cuyo objetivo no es solo transformar los plásticos y otros materiales combustibles en combustibles derivados de residuos, sino también separar el flujo de residuos en materiales individuales, como plástico, papel, vidrio, madera, etc. La parte restante rica en material orgánico aún se puede someter a un proceso de tratamiento biológico. Para más información, consulta [briefing para la elaboración de políticas de tratamiento biológico y valorización de materiales](#) de Zero Waste Europe.



VALORIZACIÓN ENERGÉTICA

A lo largo de toda la historia de la humanidad, los residuos se han quemado. Sin embargo, con el paso del tiempo la tecnología de incineración ha avanzado significativamente. A pesar de que en la jerarquía residuo cero no tiene cabida la valorización energética, este proceso sigue siendo una realidad en muchos lugares de Europa y del mundo, por lo que es recomendable saber en qué consiste.

La técnica más frecuente es la incineración masiva. No necesita ningún tratamiento previo y en las plantas se incineran grandes volúmenes según se reciben. Una alternativa a la incineración masiva es la incineración en hornos rotativos y en sistemas de lecho fluidizado. Uno de los parámetros más importantes es la temperatura: la mínima para residuos municipales son 850 °C y para residuos peligrosos, 1100 °C. El gas de combustión (gas procedente de la incineración de residuos) contiene una gran cantidad de partículas y gases contaminantes, por lo que es obligatorio limpiarlo antes de verterlo a la atmósfera. Esta es la parte más cara de la incineración de residuos.

La incineración no está libre de residuos, ya que se **generan cenizas**. Normalmente, la ceniza supone un 25 % de los residuos de entrada. Por un lado están las cenizas del fondo del horno y por otro, las cenizas volantes.

- Las **cenizas del fondo del horno** suponen el 90 % del contenido total de cenizas. Están formadas por materiales no combustibles, como arena, piedras, cristal, porcelana y meta, y por trazas de material orgánico no quemado. Por cada tonelada de residuos incinerados hay entre 150 y 300 kg de cenizas del fondo del horno.
- Las **cenizas volantes** suponen el 10 % del contenido total de cenizas. Las cenizas volantes se consideran peligrosas y no se pueden depositar en vertederos municipales.

Ventajas:

- El proceso permite reducir significativamente la masa (hasta un 75-80 %) y el volumen (hasta un 90 %) de los residuos, lo cual reduce la necesidad de depositarlos en vertederos.
- Los residuos se sanean y se estabilizan en cuestión de minutos.
- El contenido orgánico de los residuos se reduce al mínimo.
- La producción de energía (calor o electricidad) es prioritaria.



- La incineración de residuos también permite ahorrar en el consumo de combustibles fósiles, mientras que los residuos resultantes del reciclaje se pueden incinerar.

Las incineración de residuos siempre se hace a gran escala, lo cual tiene sus ventajas y sus inconvenientes.

Desventajas:

- La incineración afecta de manera significativa a la recogida selectiva de residuos, así como a otras tecnologías de gestión de residuos.
- Se pierden los materiales para reciclaje, y el carbono orgánico no se puede utilizar en los sustratos.
- La incineración contribuye en gran medida a la contaminación del aire y supone un riesgo para la salud pública.
- La construcción y el mantenimiento de una incineradora son muy costosos, y siempre tiene que estar en funcionamiento: no se puede encender y apagar cuando se quiera.
- No constituye una alternativa a los vertederos (el resultado de la incineración se deposita igualmente en un vertedero).

Las fracciones combustibles de residuos son los residuos alimentarios y vegetales, papel cartón, plástico, caucho y madera, todos ellos, materiales con posibilidades de reciclaje. Por todo ello, la incineración no debería ser una opción a menos que se hayan utilizado otros métodos de reciclaje.

COMBUSTIBLES DERIVADOS DE RESIDUOS

El combustible derivado de residuos (CDR) es un combustible producido a partir de un proceso de fragmentación y secado de residuos sólidos municipales, comerciales e industriales.



El CDR está formado en gran medida por componentes combustibles procedentes de los residuos municipales, como plástico, madera, caucho y textil, pero también contiene una parte de residuos biodegradables. La fracción de mineral inerte (como residuos de la construcción y la demolición) se elimina, así como la mayor parte de la fracción orgánica húmeda. Los residuos desechados se depositan en un vertedero o se someten a otro proceso.

Ventajas del CDR frente a la incineración de material combustible sin procesar:



- Es homogéneo, presenta un poder calorífico elevado, y el contenido de humedad y cenizas es bajo.
- Se pueden producir combustibles derivados de residuos «a demanda», es decir, según las necesidades del mercado.
- Los combustibles derivados de residuos se pueden producir en cualquier sitio e incluso en pequeñas cantidades, se pueden almacenar, son fáciles de transportar y son exportables.
- Existe una normativa que regula los combustibles sólidos recuperados, lo cual amplía significativamente sus posibilidades de comercialización.

Desventajas del CDR:

- Su producción es cara.
- Se pierde material para reciclaje.
- Sigue siendo necesario eliminar la fracción fina descartada o someterla a otro tratamiento.
- Los combustibles producidos a partir de residuos se consideran residuos, por lo que están regulados por la legislación relativa a incineración de residuos (los gases de combustión son perjudiciales para el medioambiente).
- Se tiene que almacenar con mucha precaución, ya que los materiales ricos en sustancias orgánicas son susceptibles de inflamación espontánea.

Los metales férreos, el aluminio y algunas fracciones de plástico individuales se pueden retirar para reciclar el material. En algunas ocasiones se aplica biosecado para obtener los beneficios asociados al secado de la fracción orgánica, que de otra forma se habría tenido que eliminar. El **biosecado** es una tecnología que utiliza el calor generado en la fase inicial del compostaje de residuos biodegradables para aumentar la evaporación, mientras que el aire húmedo se elimina con ventiladores. El plástico de los vertederos no suele necesitar biosecado, puesto que la fracción orgánica ya se ha degradado. La cantidad y el tipo de fases de procesamiento están estrechamente relacionadas con la composición de los residuos y la calidad deseada del producto.

Otro tipo de CDR es el **combustible sólido recuperado (CSR)**. El CSR se diferencia del CDR el que el primero se produce en cumplimiento de la normativa vigente, es decir, de los requisitos de clasificación y especificación recogidos en la norma EN15359 (norma del Comité Europeo de Normalización, CEN/343).



El CDR se utiliza fundamentalmente para producir energía en las plantas de incineración y coincineración. El CSR se suele utilizar en la industria cementera.

TRANSFORMACIÓN DE PLÁSTICO EN PETRÓLEO Y GAS

La pirólisis consiste en la degradación termoquímica de materia orgánica a altas temperaturas en ausencia de oxígeno. El resultado del proceso de pirólisis es un combustible líquido sintético similar al petróleo crudo y productos derivados, como carbono sólido y gases sintéticos combustibles. Los productos líquidos se pueden mezclar con petróleo crudo y se pueden refinar para obtener gasolina y otros productos derivados del petróleo.

La gasificación se da en presencia de cantidades limitadas de aire que generan una combustión parcial del material. El resultado de la gasificación es un gas sintético inflamable, que consiste en una mezcla de hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono. El resultado de la gasificación es un gas sintético inflamable, que consiste en una mezcla de hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono.



El **gas sintético** es un producto comercial valioso que se puede utilizar como intermediario para crear gas natural sintético, metano, metanol, dimetiléter y otras sustancias químicas. También se puede utilizar para producir energía, en sustitución del gas natural.

El petróleo y el gas sintéticos se pueden utilizar como materia prima para la producción de nuevos plásticos. Se denomina reciclaje químico de plásticos

Ventajas de la pirólisis:



- La energía se puede obtener de una manera más limpia que en las plantas de incineración de residuos sólidos municipales convencionales, ya que son menores las cantidades de óxidos de nitrógeno (NO_x) y de dióxido de azufre (SO_2) que se transforman en gases de combustión.
- La mayoría de los productos obtenidos por pirólisis (sólidos, líquidos y gaseosos) son ricos en energía.
- La escala de una planta de pirólisis es más flexible que en caso de las incineraciones masivas de residuos. Los volúmenes bajos se asocian a dispositivos de limpieza de gas de menores dimensiones, lo cual reduce la inversión y los costes de explotación.
- Si se compara con el derivado de los residuos sólidos o el CDR, el petróleo derivado de la pirólisis presenta un alto valor calorífico, se puede almacenar fácilmente, es fácil de transportar y su potencial de comercialización es el mundo entero.
- El petróleo se puede procesar para generar nuevos productos.

Desventajas de la pirólisis:



- Su complejidad y su elevada demanda energética.
- El equipamiento necesario es sofisticado, caro.
- El resultado depende de la calidad de los residuos. Sin embargo, la composición y las dimensiones de los residuos municipales son heterogéneas.
- También tiene riesgos medioambientales y de seguridad asociados.

EL PROBLEMA MEDIOAMBIENTAL QUE SUPONEN LOS VERTEDEROS MUNICIPALES

Los vertederos llevan aparejados muchos efectos negativos sobre el medioambiente durante su fase de funcionamiento activo, e incluso después de que se cierren. Si bien es cierto que tenemos que intentar reducir al máximo la eliminación de residuos, es prácticamente imposible evitar el uso de vertederos en el futuro. El reciclaje definitivo de residuos no es posible debido a razones económicas, técnicas, medioambientales y sanitarias. Por ello, deberíamos mejorar el rendimiento medioambiental de los vertederos y construir vertederos de relleno sanitario. Los vertederos de relleno sanitario son aquellos en los que se aíslan los residuos del medioambiente hasta que sea seguro.³

³ [La Directiva 1999/31/CE](#) (modificada por la [Directiva 2018/850/EC](#)) y la [Decisión del Consejo 2003/33/CE](#) por la que se establecen los criterios y procedimientos de admisión de residuos establecer los requisitos para la autorización, el diseño, el funcionamiento, el cierre y los cuidados posteriores al cierre de los vertederos.

Lectura complementaria sobre los efectos de los vertederos en el medioambiente y los aspectos básicos de seguridad en un vertedero:



El capítulo dedicado a los aspectos básicos sobre vertederos del [plan Keep It Clean](#) de la Let's Do It Foundation.

POR ÚLTIMO, PERO NO POR ELLO MENOS IMPORTANTE, EL RECICLAJE

El reciclaje de residuos se define en la [Directiva Marco de Residuos de la UE](#) como «toda operación de valorización mediante la cual los materiales de residuos son transformados de nuevo en productos, materiales o sustancias, tanto si es con la finalidad original como con cualquier otra finalidad».

Aquí se incluye el reprocesamiento (compostaje) de residuos orgánicos, pero es importante destacar que no incluye ni la valorización energética ni el reprocesamiento en materiales que se pueden utilizar como combustible o para operaciones de relleno. Normalmente, el reciclaje se clasifica en dos categorías:

1. Reciclaje de materiales como papel, metal, plástico, etc.
2. Reciclaje de material orgánico mediante compostaje y digestión.

El reciclaje y su papel en los programas locales de residuo cero generan mucho debate, y es algo que, como Embajadores Residuo Cero, debemos tratar con cuidado. Por tanto hemos decidido no abordar el proceso reciclaje en detalle, sino centrarnos en los diferentes aspectos de ese debate. Esta decisión también se debe a la gran cantidad de espacio y literatura que serían necesarios para describir el proceso de reciclaje de cada material. No obstante, al final de este capítulo hemos incluido una serie de enlaces que pueden ser útiles para saber en qué consisten los procesos de reciclaje de los materiales que se suelen encontrar entre los residuos sólidos municipales.

En esencia, el auténtico reciclaje es el pilar de la economía circular, motivo por el cual hacemos tanto hincapié en los sistemas efectivos de recogida selectiva. Una recogida selectiva efectiva, normalmente mediante un sistema puerta a puerta, es la mejor manera de alcanzar tasas elevadas de reciclaje, ya que proporciona una gran cantidad de materiales reciclables de mejor calidad y, por tanto, más fáciles de reciclar.

Ahora que aumentan los objetivos establecidos por los gobiernos relacionados con la cantidad de material reciclado que han de contener los productos y que las empresas se han comprometido a incluir un porcentaje determinado de contenido reciclado en sus materiales, queda patente que, hoy en día, el mercado europeo necesita un flujo de gran volumen y cantidad de materiales reciclados.

Por tanto, como Embajadores Residuo Cero, debemos abogar por sistemas de recogida selectiva a escala local, ya que esta es la mejor manera de mejorar el reciclaje y reducir los residuos residuales. De hecho, este suele ser nuestro punto de partida en los debates sobre el modelo residuo cero.

No obstante, está claro que solo reciclar no es suficiente. Nuestro trabajo para incrementar el reciclaje siempre ha de estar acompañado por tareas de sensibilización sobre políticas que prioricen la prevención de residuos, como, por ejemplo, atajar los hábitos de consumo y producción para que reutilicemos más materiales con un abordaje circular.

Y aun hablando de reciclaje, lo que queda claro en la actualidad es que el **sistema de reciclaje de Europa no funciona**. No funciona ni para la ciudadanía, ni para los municipios, ni para las empresas de reciclaje ni para los gobiernos nacionales, y lo que es aún más importante, no está haciendo frente a los problemas medioambientales que necesitamos remediar de manera urgente. Esto es especialmente evidente y relevante cuando hablamos sobre reciclaje de plástico. Teóricamente, todos los tipos de plástico se pueden volver a utilizar. Sin embargo, nada más lejos de la realidad: se estima que **tan solo se ha reciclado el 9 %** de todo el plástico generado en el mundo.



¿Por qué crees que se recicla tan poco plástico?

Bien, hay varios motivos.

1. Normalmente, no suele darse un reciclaje auténtico. Los materiales recogidos para reciclaje, especialmente los plásticos, solo tienen la posibilidad de tener una o dos vidas más antes de convertirse en residuos. Un ejemplo son las botellas de plástico que se transforman en calcetines o mobiliario de jardín; aquí se produce un **infrarreciclado**, es decir, la calidad del material final es peor que la del material original y seguir reciclando se vuelve imposible. En la mayoría de los casos, incluso necesitan cierta cantidad de material virgen, es decir, material que se utiliza por primera vez desde su extracción y manufacturación, así como volver a transformar una gran cantidad de energía. Y lo que es aún peor, existe una creciente tendencia a incinerar los plásticos para transformarlos en combustible, un fenómeno denominado «reciclaje químico». Sin embargo, este proceso únicamente está introduciendo en el sistema un método de tratamiento insostenible.
2. También existe una particular preocupación por los materiales reciclados que entran en contacto con los alimentos que ingerimos, como los envases de plástico. En el ámbito de los denominados «**materiales en contacto con alimentos**», cuando se añade material reciclado a los envases de plástico, existe poca información o regulación sobre la procedencia de ese contenido reciclado y, por tanto, en ese material puede haber sustancias químicas potencialmente peligrosas que estamos ingiriendo. Se necesita regulación al respecto, idealmente de la UE, que garantice que todos los productos y envases, incluidos aquellos que están en contacto con alimentos, son duraderos, reutilizables, sin tóxicos y reciclables al final de su vida útil, para lograr una economía circular sin sustancias tóxicas.

3. Los municipios europeos aún utilizan **diferentes métodos de cálculo para el reciclaje**, incluso dentro de un mismo país, por lo que los datos recopilados sobre reciclaje no se pueden comparar entre países con precisión. Algunos incluyen los desechos del reciclaje, ya que al menos fueron recogidos para su reciclaje, incluso aunque finalmente no se hayan reciclado, mientras que otros incluyen el combustible obtenido de la quema de residuos. Tal como se menciona en el capítulo **Política y sensibilización en materia de residuos**, la UE ha aprobado nueva legislación (2020) para implantar una metodología de cálculo armonizada entre todos los estados miembro para atajar este problema, aunque no veremos sus resultados hasta dentro de un par de años.
4. Los países europeos aún **exportan grandes cantidades de sus residuos a países de otros continentes**. Normalmente se clasifican como materiales reciclables, pero la realidad es que son materiales sucios e inutilizables que ni las empresas europeas de reciclaje ni los gestores de residuos quieren. Muchos de los países que reciben estos residuos, tanto si lo hacen de manera legal como si lo hacen de manera ilegal —una práctica demasiado frecuente—, cuentan con infraestructuras deficientes incluso para la gestión de sus propios residuos, por lo que no son capaces de darles un tratamiento adecuado. Al final, incineran, depositan en vertederos o vierten de manera ilegal toneladas de plástico y de otros residuos, lo cual provoca enormes daños en las comunidades locales y en la biodiversidad de lugares muy lejanos a Europa, lugar donde se generaron esos residuos.
5. Por último, sigue habiendo controversia sobre la **definición de reciclabilidad**, o de la ausencia de ella. Por ejemplo, si en un producto se indica que es 100 % reciclable, esto no quiere decir que el 100 % de ese producto se recicle en el lugar donde se ha consumido. Debido a la inexistencia de una definición armonizada para reciclabilidad, la supuesta *reciclabilidad* de los productos no siempre se basa en condiciones reales, como la disponibilidad de infraestructuras de reciclaje, las condiciones del mercado y la viabilidad económica de las operaciones de reciclaje. Aunque se deben priorizar las medidas de prevención de residuos y reutilización, no podemos conseguir una economía circular —tal como se indica en el Plan de Acción para la Economía Circular— sin salvar la brecha entre potencial de reciclabilidad, recogida y clasificación reales, y reciclaje final. Para ello es necesario actuar a nivel europeo y establecer una definición clara y armonizada de reciclabilidad, para afianzar así la implantación de normas ya presentes en la legislación fundamental de la UE, como la [directiva relativa a los envases y residuos de envases](#), revisada, lo que contribuiría a asegurar la instauración de requisitos de reciclabilidad ambiciosos tanto en el sector como en los productos.



OBSERVACIONES FINALES

Cuando conoces las ventajas y los inconvenientes de todos los métodos de tratamiento de residuos, como Embajador Residuo Cero estás en mejor disposición de debatir sobre la posible transición de un municipio a un modelo residuo cero. Basta con evitar los planteamientos costosos y desactualizados. El reciclaje es un asunto controvertido, pero sigue siendo una parte fundamental de la economía circular y suele ser el mejor punto de partida para los primeros contactos con los municipios. Nuestro trabajo ha de dar a conocer cuáles son las limitaciones y los fallos de nuestro actual sistema de reciclaje. Por ello, céntrate más en la parte superior de la jerarquía de residuos y menos en los vertederos y en el uso de energía. Ten en cuenta que no puedes rechazarlos, sino que has de ser capaz de sustituirlos con soluciones viables.

Lectura complementaria y enlaces sobre tratamiento de residuos y reciclaje:

[Decision Maker's Guides for Solid Waste Management Technologies](#)

[Mechanical-Biological Treatment: A guide for Decision Makers](#)

[Asociación Europea de Biogás](#)

[Red Europea de Compostaje](#), especialmente sus [hojas técnicas](#)

[Las hojas técnicas de la Confederación Europea de Industrias de Reciclaje \(EURIC\)](#)

[El trabajo de sensibilización sobre reciclaje de la Agencia Europea del Medioambiente](#)

[Reciclaje de plásticos](#)

[Reciclaje de papel/cartón](#)

[Reciclaje de vidrio](#)

Preguntas finales para la reflexión del lector:

- ¿Qué partes de este capítulo te ha costado más entender o te han generado dudas? ¿A qué crees que se debe?
- ¿Cuáles serían tus principales argumentos a la hora de proponer/elegir un método de tratamiento de residuos?
- ¿Qué métodos de tratamiento de residuos recomendarías a tu municipio? ¿Por qué?
- ¿Cuáles son los principales desafíos para tu municipio/ región/país en materia de reciclaje?
- ¿Qué deseas interiorizar de este capítulo?
- Si procede, ¿cuáles son los próximos pasos que deseas dar en tu trabajo sobre este tema?
- ¿Sobre qué aspectos te gustaría tener más información?