

# *Módulo 1*

## Reciclaje y economía circular



- ▶ Caracterización de los residuos
  - ▶ Clasificación de los residuos
  - ▶ Identificación de los factores que influyen en la generación de residuos
  - ▶ Conocimiento de la normativa básica reguladora de la recogida y tratamiento de residuos
- 

#### OBJETIVOS:

- Comprender los fundamentos del reciclaje y la economía circular, y cómo estos conceptos pueden aplicarse en la gestión de residuos municipales e industriales.
- Identificar los diferentes tipos de residuos municipales e industriales y sus respectivos procesos de recogida y tratamiento.
- Analizar las tecnologías y métodos utilizados en la separación, clasificación y reciclaje de distintos materiales.
- Evaluar los beneficios ambientales, económicos y sociales del reciclaje y la implementación de la economía circular en la gestión de residuos.
- Conocer las políticas y regulaciones vigentes relacionadas con la gestión de residuos, reciclaje y economía circular, tanto a nivel local como internacional.
- Fomentar la concienciación y promover la adopción de prácticas sostenibles en la gestión de residuos entre la población y las industrias.

# 1. CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS

La creciente generación de residuos, tanto municipales como industriales, plantea desafíos significativos para el medio ambiente y la sostenibilidad de nuestros recursos naturales. El reciclaje y la economía circular son conceptos clave que buscan abordar estos desafíos, reduciendo la presión sobre los vertederos y fomentando el uso eficiente de los recursos.

El reciclaje implica la transformación de materiales utilizados en productos nuevos, mientras que la economía circular promueve un enfoque sistémico para minimizar los residuos y mantener el valor de los productos y materiales en la economía el mayor tiempo posible.

Al abordar estos objetivos, estaremos en mejor posición para implementar prácticas de reciclaje y economía circular que ayuden a preservar el medio ambiente y los recursos naturales, y a mejorar la calidad de vida tanto a nivel local como global.

La **caracterización de los residuos** es un proceso fundamental para comprender la naturaleza, composición y propiedades de los diferentes tipos de residuos generados en ámbitos municipales e industriales. Este conocimiento es esencial para desarrollar estrategias eficientes de gestión, tratamiento y reciclaje que se adapten a las necesidades y características específicas de cada tipo de residuo. Además, permite identificar riesgos potenciales para la salud humana y el medio ambiente, así como evaluar el impacto y la efectividad de las medidas implementadas en la gestión de residuos.

En primer lugar, es importante mencionar que los residuos se clasifican en diversas categorías, según su origen, composición y potencial de impacto en el medio ambiente y la salud pública. Entre las principales categorías de residuos, podemos mencionar los **residuos sólidos urbanos (RSU)**, **los residuos industriales**, **los residuos de construcción y demolición**, **los residuos peligrosos** y **los residuos orgánicos**.

Los **residuos sólidos urbanos (RSU)** se generan en hogares, comercios, instituciones y áreas públicas de las ciudades. Estos residuos son muy variados en cuanto a su composición y pueden incluir papel, cartón, plástico, vidrio, metales, textiles, materia orgánica y otros

materiales. La caracterización de los RSU es esencial para establecer sistemas de recogida selectiva y determinar las tecnologías de tratamiento más adecuadas para cada tipo de material.

Los **residuos industriales**, por otro lado, provienen de procesos productivos en sectores como la manufactura, la minería, la agricultura y la energía. La composición de estos residuos puede variar significativamente según la industria y el proceso de producción, y pueden incluir subproductos, materiales en desuso, productos químicos y desechos de procesos de fabricación. La caracterización de los residuos industriales es clave para el cumplimiento de las regulaciones ambientales y para identificar oportunidades de minimización, reutilización y reciclaje en el proceso industrial.

Los **residuos de construcción y demolición (RCD)** se originan en actividades de construcción, reforma y demolición de edificios e infraestructuras. Estos residuos pueden incluir hormigón, ladrillos, madera, metales, plásticos y otros materiales de construcción. La caracterización de los RCD es fundamental para promover el reciclaje y la reutilización de estos materiales en nuevos proyectos de construcción, reduciendo así la demanda de recursos naturales y minimizando la cantidad de residuos enviados a vertederos.

Los **residuos peligrosos** son aquellos que presentan características de peligrosidad, como toxicidad, inflamabilidad, corrosividad, reactividad o capacidad de generar daños a la salud humana y al medio ambiente. Estos residuos pueden generarse en actividades industriales, médicas, de investigación, entre otras, y requieren una manipulación, transporte y disposición especial para evitar riesgos. La caracterización de los residuos peligrosos es crucial para garantizar su correcto tratamiento y disposición, así como para prevenir accidentes y exposiciones nocivas.

Por último, los **residuos orgánicos** se refieren a los materiales de origen biológico, como restos de alimentos, residuos de jardinería y poda, y residuos agrícolas. Estos residuos se caracterizan por ser biodegradables y pueden ser tratados mediante procesos biológicos, como la compostación o la digestión anaerobia, para producir compost o biogás, respectivamente. La caracterización de los residuos orgánicos es esencial para optimizar estos procesos de tratamiento

y aprovechar al máximo el potencial de estos residuos como fuente de energía y enmiendas del suelo.

La **caracterización de los residuos** implica la recopilación y análisis de información sobre su origen, composición, propiedades físicas y químicas, y potenciales riesgos asociados. Este proceso puede llevarse a cabo mediante muestreo y análisis de laboratorio, así como mediante la revisión de datos de producción, consumo y gestión de residuos en la fuente.

Entre las variables más importantes a considerar en la caracterización de residuos, se encuentran el peso y volumen, la composición de materiales (porcentaje de papel, plástico, vidrio, etc.), la humedad, el poder calorífico, la presencia de sustancias tóxicas o peligrosas y la variabilidad temporal y espacial de estas características.

Algunos de los principales desafíos en la caracterización de residuos incluyen la heterogeneidad y variabilidad de estos, la necesidad de desarrollar métodos de muestreo y análisis representativos y precisos, y la interpretación y comunicación de los resultados a diferentes actores involucrados en la gestión de residuos.

En conclusión, la caracterización de los residuos es un componente crítico en la gestión sostenible de los residuos municipales e industriales. Permite identificar oportunidades para mejorar la eficiencia en la recolección, tratamiento y reciclaje de los residuos, y contribuye a la prevención y mitigación de los impactos negativos en la salud y el medio ambiente. Además, proporciona información valiosa para la formulación de políticas y estrategias en el marco de la economía circular, facilitando la transición hacia modelos de producción y consumo más sostenibles y resilientes.



## 1.1 Concepto de residuo

El concepto de residuo es fundamental en el ámbito de la gestión ambiental y la economía circular. Un residuo se define como cualquier material o sustancia que ha sido descartado por su poseedor o que ya no tiene un uso o valor aparente en su forma actual.

La generación de residuos es una consecuencia inevitable de las actividades humanas, tanto a nivel doméstico como industrial. Sin embargo, la gestión adecuada y sostenible de estos residuos es crucial para minimizar su impacto negativo en el medio ambiente, la salud pública y la economía.



*Residuos*

Puntos importantes sobre el concepto de residuo:

### A. Clasificación de residuos

La clasificación de residuos es un proceso esencial para determinar el mejor enfoque en su gestión y tratamiento. Según su origen y composición, los residuos pueden clasificarse en diversas categorías, como residuos sólidos urbanos (RSU), residuos industriales, residuos

de construcción y demolición (RCD), residuos peligrosos y residuos orgánicos.

### **Toma nota**

La Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular, en su artículo 6 establece que la identificación y clasificación de los residuos se hará de conformidad con la lista establecida en la Decisión 2014/955/UE de la Comisión, de 18 de diciembre de 2014, por la que se modifica la Decisión 2000/532/CE, sobre la lista de residuos, de conformidad con la Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, conforme a la normativa específica de residuos que se apruebe, para incluir nuevos códigos o desagregar los anteriores, cuando sea necesario por su peculiar composición o peligrosidad.

## **B. Residuos peligrosos y no peligrosos**

La distinción entre residuos peligrosos y no peligrosos es fundamental en la gestión de residuos, ya que implica diferentes responsabilidades y requisitos legales para su manejo, transporte y disposición.

Los residuos peligrosos presentan características de toxicidad, inflamabilidad, corrosividad o reactividad, lo que los hace potencialmente dañinos para la salud humana y el medio ambiente. La clasificación de residuos peligrosos y no peligrosos se basa en el anexo II de Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de noviembre de 2008, y en la Decisión 2000/532/CE de la Comisión, de 3 de mayo de 2000, modificada por la Decisión 2014/955/UE.

## **C. Caracterización de residuos**

La caracterización de residuos es el proceso de identificar y analizar las propiedades físicas, químicas y biológicas de los diferentes tipos de residuos, con el objetivo de facilitar su correcta gestión y tratamiento.

Este proceso puede incluir el análisis de la composición de materiales, la presencia de sustancias tóxicas, la humedad, el poder calorífico y otros parámetros relevantes. La caracterización de residuos puede llevarse a cabo mediante muestreo y análisis de laboratorio, así como mediante la revisión de datos de producción, consumo y gestión de residuos en la fuente.

## **D. Prevención y minimización de residuos**

La prevención y minimización de residuos es un enfoque proactivo para reducir la cantidad y toxicidad de los residuos generados en primer lugar. Este enfoque puede incluir estrategias como la adopción de tecnologías limpias, el diseño de productos y empaques más sostenibles, la reutilización y reparación de productos y la promoción de prácticas de consumo responsable. La prevención y minimización de residuos es un componente clave de la economía circular y ayuda a reducir la demanda de recursos naturales y la presión sobre los sistemas de gestión de residuos.

## **E. Reutilización y reciclaje**

La reutilización y el reciclaje son estrategias esenciales para maximizar el valor y reducir el impacto ambiental de los residuos. La reutilización implica la utilización de un producto o material sin cambios significativos en su forma o función original, mientras que el reciclaje implica la transformación de un material en un nuevo producto o en un material utilizable para la producción de nuevos productos. Ambas estrategias contribuyen a la conservación de recursos naturales, la reducción de la cantidad de residuos destinados a vertederos y la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la extracción, producción y transporte de materiales vírgenes.

## **1.2 Problemática mundial de los residuos**

La problemática mundial de los residuos es un desafío ambiental, social y económico de gran envergadura. Diversos factores, como la

sobrepoblación, las actividades humanas modernas y el consumismo, han contribuido a acumular grandes cantidades de residuos, llegando a generar cientos y miles de toneladas anuales.



*Problemática mundial*

A continuación, se abordarán algunos de los aspectos clave de esta problemática:

## **A. Contaminación por plástico**

La contaminación por plástico se ha convertido en uno de los problemas medioambientales más apremiantes. El incremento de la producción de productos de plástico desechables supera la capacidad del mundo de gestionarlos adecuadamente. Esta situación es especialmente visible en países en vías de desarrollo de Asia y África, donde la infraestructura de gestión de residuos es insuficiente. Los plásticos pueden tardar cientos de años en descomponerse y, mientras tanto, causan daños significativos a los ecosistemas marinos, la fauna silvestre y la salud humana.

Según un informe de 2021, la producción global de desechos plásticos se duplicó con creces entre 2000 y 2019 a 353 millones de toneladas.

En 2018, la producción global de plásticos fue de 359 millones de toneladas.

Si se suma la producción de plástico durante toda la historia, en el año 2015 el mundo ya había producido 7.800 millones de toneladas de plástico.

La crisis del COVID-19 ha tenido un impacto en la cantidad de residuos plásticos generados. La actividad económica más lenta redujo el uso de plásticos en un 2,2 % en 2020, pero un aumento en la basura, los envases para llevar y los equipos médicos impulsaron la basura. A medida que se reanudó la actividad económica en 2021, el consumo de plásticos también se recuperó.

Si las tendencias no cambian, China, India e Indonesia sumarán el 40 % de los residuos plásticos mal gestionados del mundo para el año 2025. Además, si los datos se mantienen, los océanos contendrían más plástico que peces en 2050 según datos de la ONU. El río Yangtze transportó al mar más de un millón y medio toneladas métricas solo en el año 2017.

Reducir la contaminación por plásticos requerirá acción y cooperación internacional para reducir la producción de plástico a través del desarrollo de alternativas ecológicas y esfuerzos para mejorar la gestión y aumentar las responsabilidades del productor para el embalaje y los bienes duraderos.

## **B. Gestión inadecuada de residuos**

La gestión inadecuada de residuos es un problema común en muchas partes del mundo, especialmente en áreas urbanas densamente pobladas y en países en desarrollo. La falta de infraestructura, recursos y conciencia pública sobre la importancia de una correcta gestión de residuos conduce a la proliferación de vertederos ilegales, quemas al aire libre y descarga de residuos en ríos y océanos. Estas prácticas contribuyen a la contaminación del aire, suelo y agua, lo que afecta negativamente la biodiversidad y la salud humana.

## C. Cambio climático y emisiones de gases de efecto invernadero

La producción, transporte y eliminación de residuos contribuyen significativamente a las emisiones de gases de efecto invernadero, lo que a su vez agrava el problema del cambio climático. Por ejemplo, la descomposición de residuos orgánicos en vertederos produce metano, un potente gas de efecto invernadero. Además, la fabricación de materiales alternativos al plástico, como el vidrio o el aluminio, emite más CO<sub>2</sub> y utiliza más agua.

En 2021, la economía española emitió 294,6 millones de toneladas de gases de efecto invernadero (GEI), lo que supone un aumento del 5,7 % en comparación con el año anterior. Los gases más abundantes fueron el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O).

A nivel mundial, en 2019 se emitieron 36.400 millones de toneladas de GEI. El dióxido de carbono es uno de los principales gases de efecto invernadero y su emisión ha aumentado significativamente desde la Revolución Industrial. En 1989, se emitieron alrededor de 22.000 millones de toneladas, mientras que en 2019 se emitieron 36.400 millones.

El Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (GEI) estima los gases directos que contribuyen al efecto invernadero: dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarburos (HFC), perfluorocarburos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). Este inventario es importante para cumplir con los Acuerdos Internacionales sobre Cambio Climático como el Protocolo de Kyoto y los Acuerdos de París.

## D. Agotamiento de recursos naturales

La creciente demanda de recursos naturales para satisfacer las necesidades de producción y consumo de la población mundial conduce al agotamiento de recursos no renovables y al deterioro de los ecosistemas. La extracción y procesamiento de materiales vírgenes también conlleva costos económicos y ambientales significativos, como