



Ajuntament d'Alcoi

# ANEXO I - Reto

## INNOVACIÓN EN LA DETECCIÓN DE RESIDUOS ORGÁNICOS: UN RETO PARA LA GESTIÓN SOSTENIBLE



GENERALITAT  
VALENCIANA



Financiado por  
la Unión Europea

# ÍNDICE

1	Introducción y contexto .....	1
2	Estado del arte .....	2
2.1	Tendencias actuales en la detección de residuos orgánicos .....	5
2.1.1	Tecnología robótica.....	6
2.1.2	Tecnología de reconocimiento: IA y Visión Artificial .....	7
2.1.3	Utilización de sensórica de reconocimiento avanzada .....	8
2.2	Conclusiones sobre la detección de residuos orgánicos .....	10
2.3	Políticas públicas sobre la gestión de residuos orgánicos .....	11
2.3.1	El marco europeo: economía circular y neutralidad climática .....	11
2.3.2	Políticas nacionales.....	11
2.3.3	Políticas autonómicas: Comunidad Valenciana y el Plan Integral de Residuos.....	12
2.3.4	Políticas locales: Ayuntamiento de Alcoi.....	13
2.4	Aplicaciones.....	14
2.4.1	Caso de estudio: Ámsterdam y la detección inteligente de residuos con IA .....	15
2.4.2	Proyecto SEPARA .....	17
2.4.3	Proyecto RecicIAI 360.....	19
3	Necesidades no cubiertas.....	21
3.1	Necesidad principal.....	21
3.2	Necesidades específicas .....	22
4	Objetivo general.....	23
5	Objetivos específicos.....	23
6	Resultados esperados .....	25
7	REFERENCIAS .....	27



## 1 Introducción y contexto

Alcoi se encuentra en un momento clave para redefinir su modelo de gestión de residuos, enfrentando el reto de adaptarse a un entorno cada vez más exigente en términos de sostenibilidad y regulación ambiental. La ciudad ha logrado avances significativos en la implementación de estrategias de economía circular, promoviendo la **recogida selectiva y reduciendo la cantidad de desechos destinados a vertederos**. Sin embargo, persisten barreras importantes, especialmente en la separación eficiente en origen y la minimización de contaminantes en la fracción orgánica.

La Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular<sup>1</sup> incorpora varios elementos innovadores que buscan mejorar la gestión y tratamiento de los residuos, promoviendo así la sostenibilidad ambiental. Uno de estos elementos es el establecimiento de una tasa a los ayuntamientos relacionada con la gestión de los residuos, conocida como "pago por generación".

El "pago por generación" es un sistema tarifario que pretende vincular directamente la cantidad de residuos generados por los usuarios con la tasa que deben pagar. Este sistema se basa en el principio de "quien contamina paga", buscando incentivar a los ciudadanos y empresas.

La ley establece que los ayuntamientos son los encargados de aplicar esta tasa, lo cual implica que deben desarrollar e implementar sistemas de cobro que reflejen la cantidad real de residuos producidos por cada generador. Esto requiere de instrumentos de medición y control más favorables que los utilizados en los sistemas de tasas fijas tradicionales.

La ley establece que a partir de abril de 2025 todos los municipios deben tener la nueva tasa, lo que ha obligado a los ayuntamientos a incluirla en los presupuestos de este año que se han aprobado en las últimas semanas. Esta tasa debe ser individual, no estar incluida en otras como el IBI, y tiene que recaudar todo lo que cuesta a los ayuntamientos la gestión de los residuos.

Por todo ello, para que la tasa no sea fija y realmente refleje la cantidad de residuos generados, es crucial desarrollar e implementar tecnologías y métodos que permitan medir de forma precisa y justa.

En resumen, la ley de residuos mediante la implementación del pago por generación busca transformar la forma en que se gestionan los residuos, haciéndola más sostenible y eficiente. No obstante, para que esta iniciativa sea exitosa, se requiere de un esfuerzo coordinado entre gobiernos locales, ciudadanos y empresas, así como de un marco legal y tecnológico adecuado que respalde su implementación efectiva.

En esta dirección trabaja la ciudad de Alcoi, para que la tasa no sea fija y realmente refleje la cantidad de residuos generados, es crucial y por eso se impulsa a través de la

---

<sup>1</sup> <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-5809>



presente Consulta Preliminar de Mercado desarrollar e implementar tecnologías y métodos que permitan medir de forma precisa y justa.

### Waste hierarchy



Prevenir la generación de residuos es la mejor opción, y enviarlos al vertedero debería ser el último recurso.

Ilustración 1-. Esquema de la directiva de residuos. Fuente: Comisión EU.

## 2 Estado del arte

La generación de residuos es un fenómeno global en constante crecimiento debido al aumento de la población, la urbanización acelerada y el desarrollo económico. Según el informe [What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050](#) del Banco Mundial, se estima que la producción mundial de residuos aumentará un 70% en los próximos 30 años, alcanzando los 3.400 millones de toneladas anuales para 2050. Este incremento presenta importantes desafíos en la gestión de residuos y la sostenibilidad ambiental.

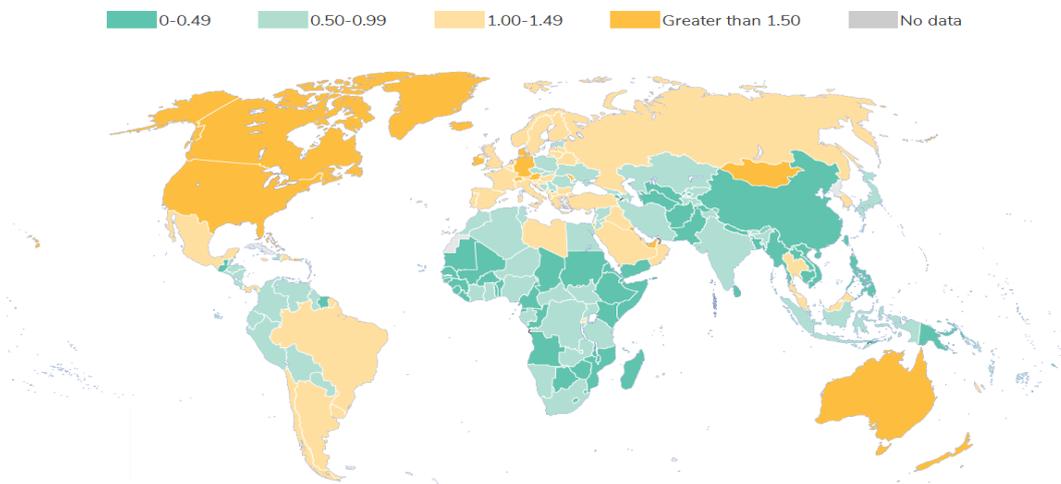


Ilustración 2. Residuos sólidos urbanos anuales generados per cápita (kilogramos/habitante/día). Fuente: The World Bank What a Waste 2.0



Existen diferencias significativas en la generación de residuos entre países de distintos niveles de ingresos. Según este informe, los países de altos ingresos, que representan solo el 16% de la población mundial, generan aproximadamente el 34% de los residuos globales. En contraste, los países de bajos ingresos generan menos residuos per cápita, pero enfrentan mayores desafíos en su recolección y tratamiento adecuado.

El Banco Mundial señala que la generación de residuos per cápita en países de altos ingresos aumentará un 19% para 2050, mientras que en países de bajos y medianos ingresos el crecimiento será del 40% o más. Esto se debe al crecimiento económico y a la expansión del consumo, lo que resalta la necesidad de sistemas de gestión de residuos eficientes y sostenibles.

En este sentido, los **residuos orgánicos representan una proporción significativa de los desechos sólidos municipales**, especialmente en países de ingresos bajos y medianos, donde pueden constituir hasta el 56% de los residuos generados. Sin embargo, su gestión sigue siendo un desafío debido a la falta de infraestructura para el compostaje <sup>2</sup>.

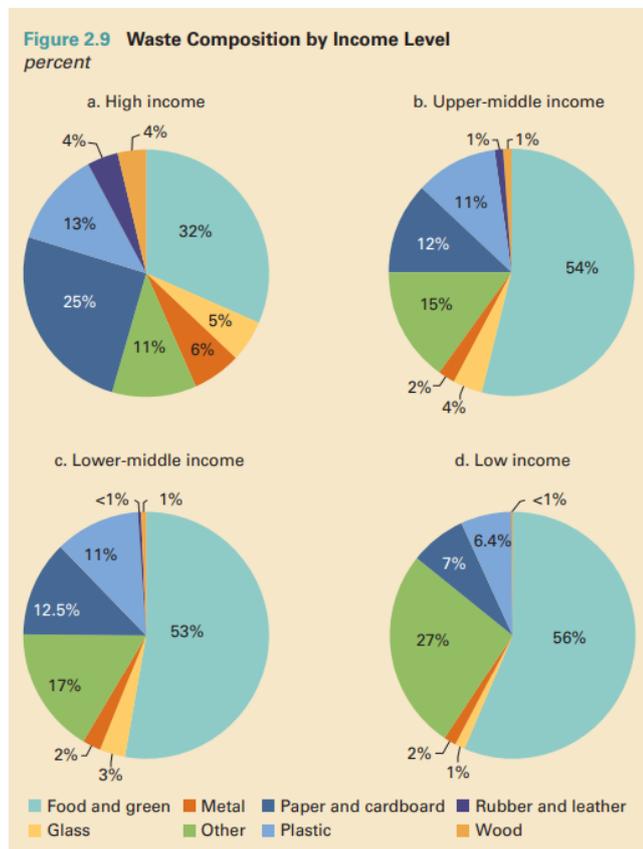


Ilustración 3. Porcentaje de la composición de los desechos por nivel de ingresos. Fuente: The World Bank What a Waste 2.0

En un modelo de economía circular, la gestión de residuos orgánicos juega un papel crucial, ya que su valorización permite la producción de fertilizantes naturales y biogás, reduciendo la dependencia de combustibles fósiles y minimizando la emisión de gases de efecto invernadero. Sin embargo, la **efectividad de estas soluciones depende de una recolección diferenciada eficiente y de políticas públicas que fomenten su aprovechamiento**.

Uno de los **principales problemas en la gestión de residuos orgánicos es su contaminación con plásticos, vidrios y otros materiales no biodegradables**. Esta contaminación dificulta su procesamiento, reduce la calidad del compost producido y aumenta los costos de tratamiento. Además, el material contaminado puede terminar en vertederos, **perdiendo su potencial de reutilización y contribuyendo a la acumulación de residuos**.

El informe *What a Waste 2.0* destaca que en países de altos ingresos se han implementado tecnologías avanzadas para la separación de residuos orgánicos y su

<sup>2</sup> [What a Waste Global Database | Data Catalog](#)



conversión en biogás o compost, mientras que en economías emergentes el manejo sigue siendo un desafío debido a la falta de infraestructura adecuada.

A nivel europeo, según los datos presentados en la sesión plenaria de Estrasburgo en 2018 (European Commission, 2015), la generación de residuos sólidos urbanos (RSU) alcanzó los 2.500 millones de toneladas. Posteriormente, las estadísticas de 2016 indicaron que el **47% de los RSU municipales en la Unión Europea fueron reciclados o convertidos en compost** (European Commission, 2020). No obstante, cualquier producto consumido eventualmente se transforma en un residuo que requiere un tratamiento adecuado.

En este contexto, la Unión Europea ha establecido como meta que, para 2025, más del 55% de los residuos domésticos sean reutilizados, y que para 2035 el porcentaje de RSU enviados a vertederos se reduzca a menos del 10%. A nivel español, de acuerdo con los últimos datos disponibles del **Instituto Nacional de Estadística del año 2022, en España el 42,92% de los residuos fueron reciclados, el 46,82% se destinaron a vertederos y el 10,26% fueron incinerados.**

Según datos del The World Bank actualizados a 2024, en España, del total de RSU, **los residuos orgánicos representan el 49% de los residuos municipales sólidos generados.** Sin embargo, la generación de otros residuos es significativa:

- **Plásticos:** 9% del total de residuos.
- **Vidrios:** 8%.
- **Metales:** 3%.
- **Papel y cartón:** 15%.
- **Otros materiales no biodegradables:** 14%.

Además, la presencia de estos elementos en los residuos orgánicos complica el proceso de selección y compostaje afectando la calidad del compost y limitando su uso industrial. Estos datos evidencian la relevancia del problema y la necesidad de soluciones innovadoras para mejorar la gestión de residuos orgánicos, reducir la contaminación con materiales extraños y avanzar hacia un sistema de tratamiento más eficiente y sostenible.

La composición de los residuos influye directamente en las etapas y tecnologías empleadas en su procesamiento. A medida que los países experimentan un desarrollo económico, los RSU se convierten en combinaciones más complejas de materiales, lo que requiere sistemas de clasificación avanzados basados en tecnología para obtener fracciones más puras. Estas tecnologías deben ser capaces de manejar una diversidad creciente de materiales en términos de volumen, tamaño, contenido de humedad y nivel de contaminantes<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> [Waste Sorting Plants final.pdf](#)



En términos generales, el proceso de tratamiento en una planta de selección y clasificación de RSU puede dividirse en cuatro grupos principales, cada uno englobando diferentes métodos y procedimientos específicos:

1. Recepción y almacenamiento
2. Pre-tratamiento
3. Selección de materiales
4. Controles de calidad, adecuación de los materiales seleccionados y gestión de rechazo.



Ilustración 4. Fomento de Industrias Disruptivas Programa PIDDE. Fuente: Gobierno de Murcia

Dentro del proceso de tratamiento de residuos, las actuales **tecnologías empleadas para la identificación, clasificación y separación de residuos** son el Cribado, Separación por aire, balístico, Capturador de LMS, separación magnética, por corrientes de Foucault (Eddy Currents), clasificación manual o mediante **tecnología de sensores**.

Bajo este paradigma, la ciudad de Alcoi no es ajena a este problema. Con una población que supera los 60.000 habitantes, la gestión de los residuos orgánicos enfrenta desafíos como la separación ineficiente en origen y la falta de tecnologías avanzadas para la detección de contaminantes. Actualmente, de la generación de residuos al año de Alcoi, una proporción significativa es orgánica, pero su valorización se ve afectada por la contaminación con otros materiales al igual que pasa en otras ciudades europeas.

El reto de la **innovación en la detección de residuos orgánicos** busca abordar este problema mediante **soluciones tecnológicas avanzadas, optimizando la separación y mejorando la eficiencia del sistema de reciclaje**. Esto contribuirá a reducir los impactos ambientales negativos y también permitirá a la ciudad avanzar en sus objetivos de sostenibilidad y economía circular.

## 2.1 Tendencias actuales en la detección de residuos orgánicos

Ante estos desafíos, la industria de gestión de residuos está apostando por nuevas tecnologías emergentes, diseñadas para optimizar los procesos de clasificación y separación de RSU de manera más eficaz, con el objetivo de avanzar hacia un modelo de Cero Residuos. Entre estas innovaciones, se describen aquí algunas a **título orientativo**, no siendo ninguna de ellas exigible en la solución a aportar, se trata solo de un ejercicio de estado del arte de las tendencias actuales para ejemplificar como existe un gran potencial de tecnologías.



### 2.1.1 Tecnología robótica

La robótica aplicada a la clasificación de residuos se ha convertido en una tendencia clave, ofreciendo soluciones eficientes y precisas para optimizar el reciclaje y reducir la dependencia de la separación manual. Gracias a la integración de sensores avanzados, inteligencia artificial y capacidades de aprendizaje, los robots están revolucionando la forma en que los RSU son identificados, procesados y reutilizados.

Uno de los principales retos en el reciclaje es la diversidad de materiales que componen los residuos urbanos. La robótica ha avanzado significativamente con sistemas capaces de **detectar temperatura, textura y otras propiedades físicas de los desechos**, lo que permite una clasificación más precisa y eficiente. Investigaciones recientes han desarrollado **robots con sensores táctiles avanzados**, capaces de replicar el sentido del tacto humano para diferenciar materiales de manera más fiable y adaptable a la variabilidad de los residuos.

Estos robots operan a través de un **sistema automatizado con sensores de espectro visible, cámaras espectroscópicas NIR, escáneres láser 3D y sensores de metales**, integrados en una **cinta transportadora** donde los residuos son analizados y clasificados en tiempo real. Gracias a algoritmos de clasificación y aprendizaje, estas tecnologías han logrado alcanzar niveles de precisión superiores al **98,85%**<sup>4</sup>, optimizando la recuperación de materiales reciclables y reduciendo la cantidad de desechos enviados a vertederos.

Uno de los usos más prometedores de la robótica en la clasificación de residuos es su aplicación en la separación de **residuos orgánicos**. Debido a su naturaleza biodegradable, estos residuos requieren un tratamiento especializado que los diferencie de los materiales inorgánicos. Los robots modernos pueden identificar **residuos de origen biológico**, como restos de comida, hojas y materia vegetal, mediante sensores táctiles y térmicos, que permiten detectar humedad y temperatura, características fundamentales de los residuos orgánicos.

La clasificación automatizada de residuos orgánicos optimiza tanto su reciclaje para la producción de compost y biogás, como también minimiza la contaminación cruzada con plásticos y otros materiales no biodegradables aumentando la calidad de los productos reciclados.

Existen distintos tipos de robots aplicados en la gestión de residuos, cada uno diseñado para cumplir una función específica:

- **Robots de clasificación:** diseñados para separar materiales reciclables de los no reciclables, analizan el tamaño, la forma y la composición de los residuos mediante sensores avanzados.
- **Robots de separación:** utilizan brazos robóticos y sensores de reconocimiento para diferenciar y segregar materiales como plástico, vidrio, papel y metal.
- **Robots de trituración:** encargados de reducir el tamaño de los materiales reciclables, facilitando su posterior reutilización en nuevos procesos de producción.

<sup>4</sup> [La robótica con tacto optimizará la clasificación de residuos | I'MNOVATION](#)



- **Robots con sensores táctiles:** capaces de identificar residuos mediante el sentido del tacto, analizan la textura y la temperatura de los materiales para una clasificación más precisa.

Cada una de estas tecnologías juega un papel crucial en la optimización del reciclaje y contribuye a mejorar la eficiencia de las plantas de clasificación de residuos, permitiendo alcanzar los objetivos de **economía circular y residuo cero**.

La aplicación de estas tecnologías permite reutilizar materiales con mayor efectividad, optimizar los procesos de reciclaje y reducir el impacto ambiental generado por el desperdicio de recursos. Además, a medida que la investigación en inteligencia artificial y aprendizaje automático continúa evolucionando, es probable que la capacidad de estos sistemas se expanda hacia nuevas aplicaciones dentro de la gestión de residuos.

### 2.1.2 Tecnología de reconocimiento: IA y Visión Artificial

La **Inteligencia Artificial (IA) y la Visión Artificial** han emergido como tecnologías clave para mejorar la clasificación y recuperación de residuos. Estas herramientas no solo aumentan la precisión y eficiencia de los procesos, sino que también reducen la dependencia de la separación manual, minimizando errores y aumentando la cantidad de materiales reciclables recuperados.

La IA se ha convertido en un aliado fundamental en el sector de gestión de residuos. Gracias a sus capacidades de aprendizaje automático, los sistemas de IA pueden analizar patrones, mejorar la toma de decisiones y optimizar los procesos de clasificación de materiales reciclables. Entre sus principales aplicaciones destacan:

- **Identificación y separación automatizada de residuos:** los algoritmos de IA pueden analizar imágenes y clasificar materiales con una precisión del 72.8% al 99.95%, garantizando una clasificación eficiente.
- **Optimización de rutas de recogida:** la IA analiza datos en tiempo real sobre el llenado de contenedores y patrones de generación de basura para mejorar la logística de recolección. Esto permite reducir la distancia recorrida hasta en un 36.8% y los costos operativos en un 13.35%.
- **Predicción de tendencias de generación de residuos:** a través del análisis de datos históricos, la IA puede prever las necesidades futuras de reciclaje y gestión de residuos, optimizando la capacidad de las plantas de tratamiento.
- **Automatización de auditorías y control de calidad:** Sensores inteligentes impulsados por IA pueden evaluar la calidad de los materiales reciclados y garantizar que cumplan con los estándares de reutilización y producción circular.<sup>5</sup>

La **visión artificial** es un subcampo de la IA que permite que los sistemas automatizados reconozcan y clasifiquen objetos con una precisión comparable a la del ojo humano. En el sector de reciclaje, esta tecnología se aplica para mejorar la identificación de materiales y reducir la contaminación de los flujos de reciclaje.

---

<sup>5</sup> [Aplicaciones de la inteligencia Artificial en la gestión de residuos urbanos](#)



- **Sistemas de reconocimiento de residuos:** las cámaras de visión artificial detectan y clasifican residuos en tiempo real mediante técnicas de aprendizaje profundo, asegurando una separación efectiva.
- **Uso de sensores espectrales avanzados:** tecnologías como la espectroscopía de infrarrojos cercanos (NIR) y la espectroscopía de plasma inducido por láser (LIBS) permiten analizar la composición de los materiales, identificando plásticos, metales, vidrio y residuos orgánicos con gran precisión.
- **Contenedores inteligentes:** equipados con sensores de visión artificial, estos dispositivos pueden clasificar los residuos en el momento en que son depositados, facilitando su reciclaje y reduciendo la mezcla de materiales.

Por otro lado, el uso de **inteligencia artificial (IA) y algoritmos de Deep Learning** han potenciado la capacidad de estas tecnologías para identificar y separar residuos con una **precisión nunca antes vista**. La combinación de sensores ópticos y espectrometría infrarroja con IA permite que los sistemas se entrenen con miles de imágenes de residuos, mejorando continuamente su capacidad de reconocimiento.

Además, la aplicación de tecnologías de reconocimiento en plantas de clasificación de residuos **potencialmente optimizaría el proceso de recuperación de materiales reciclables**, reduciendo la dependencia de vertederos e incineración.

### 2.1.3 Utilización de sensórica de reconocimiento avanzada

A diferencia de otros métodos de clasificación, como la separación manual o mecánica, la tecnología de reconocimiento **no solo se basa en las propiedades físicas** de los residuos, sino en sistemas avanzados que utilizan sensores y algoritmos de detección. Estos sensores identifican las características específicas de cada material para facilitar su separación precisa y eficiente. Entre las tecnologías más destacadas se incluyen:

1. **Sensores infrarrojos (NIR):** utilizan espectroscopía de reflectancia para distinguir entre diferentes tipos de materiales, como plásticos, papel y residuos orgánicos. Se basan en imágenes espectrales que combinan la reflectancia espectral con tecnologías de procesamiento de imágenes, permitiendo una identificación precisa de los materiales. Esta tecnología se emplea principalmente en plantas de reciclaje para diferenciar entre plásticos de diversas composiciones y facilitar su separación.
2. **Sensores ópticos (VIS):** se basan en propiedades visuales como el color, la textura y el tamaño para clasificar residuos sin contacto directo. Estos sensores ignoran señales visuales o táctiles y analizan únicamente características físicas del material, permitiendo la clasificación eficiente de envases y productos reciclables. Su uso es esencial para la separación de residuos en función de su apariencia externa, como en la clasificación de botellas plásticas según su color.
3. **Espectroscopía de plasma inducido por láser (LIBS):** emplea un láser de alta energía para realizar una espectroscopia de emisión atómica, analizando la composición elemental de los residuos. Esta tecnología es especialmente útil para la separación de metales y aleaciones, maximizando el valor de materiales como el aluminio reciclado. Su integración con tecnologías de transmisión de rayos X permite un proceso de clasificación más preciso y eficiente.



4. **Clasificación basada en rayos X (XRT y XRF):** utiliza la transmisión de rayos X para determinar la composición interna de los materiales, permitiendo una separación precisa y rápida. La tecnología XRT se emplea para distinguir entre materiales en función de su densidad atómica, lo que la hace ideal para la clasificación de metales pesados, mientras que la tecnología XRF analiza la composición química del material, asegurando una separación de alta precisión de elementos como cobre, latón y zinc.
5. **Sensores electromagnéticos (EMS):** detectan metales no férricos midiendo su conductividad eléctrica y empleando corrientes de Eddy para su clasificación. Son esenciales en la recuperación de metales como el aluminio y el cobre, ya que permiten separar estos materiales de otros residuos con una alta eficiencia. Esta tecnología es ampliamente utilizada en plantas de reciclaje para la clasificación automática de desechos metálicos.
6. **Etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID):** permiten la trazabilidad de los residuos mediante chips incrustados en los envases, facilitando su clasificación automatizada y mejorando la logística del reciclaje. Con el uso de etiquetas RFID en los embalajes, se puede realizar una identificación precisa de los diferentes tipos de plásticos, lo que optimiza la clasificación de materiales en las plantas de reciclaje. Además, esta tecnología facilita el seguimiento de los residuos desde su origen hasta su destino final.
7. **Sistemas de escaneo tridimensional (LIDAR):** utilizan láseres para mapear y detectar residuos en 3D, mejorando la identificación y separación de desechos en entornos complejos como playas o zonas urbanas. Esta tecnología mide la distancia entre la fuente y el objeto analizando el tiempo de retraso entre la emisión del pulso láser y su detección tras el reflejo. Su implementación ha demostrado ser eficaz en la detección de residuos enterrados en la arena, permitiendo su rápida localización y eliminación.
8. **Tecnologías de ultrasonidos:** permiten medir los niveles de llenado de los contenedores de residuos mediante ondas sonoras, optimizando la gestión de la recolección y reduciendo los costos de transporte. Estos sensores pueden integrarse en sistemas de gestión de residuos urbanos para notificar automáticamente cuándo un contenedor debe ser vaciado, evitando recogidas innecesarias y mejorando la eficiencia logística.

La implementación de estas tecnologías en la clasificación e identificación de residuos ha demostrado mejorar significativamente la eficiencia en plantas de reciclaje y sistemas de gestión de residuos urbanos.



## 2.2 Conclusiones sobre la detección de residuos orgánicos

La creciente generación de residuos orgánicos y su incorrecta separación representan un desafío global que afecta tanto al medio ambiente como a la eficiencia de los sistemas de gestión de residuos. La **contaminación de la fracción orgánica con materiales no biodegradables** no solo disminuye la calidad del compost y encarece su tratamiento, sino que también contribuye a la acumulación de residuos en vertederos y al aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero. Ante esta problemática, la adopción de tecnologías avanzadas se ha convertido en una **necesidad urgente para optimizar la detección y clasificación de los residuos** depositados en contenedores existentes.

Se presentan diversas soluciones tecnológicas innovadoras para atender este reto, sin estar ninguna de ellas desarrollada al detalle para la escala de actuación que se persigue. Entre estas está la aplicación de sensores y visión artificial que permite identificar con precisión la presencia de **elementos extraños en los residuos orgánicos**, reduciendo la necesidad de intervención manual y mejorando la eficiencia de los procesos de compostaje y valorización. También destaca el potencial del uso de inteligencia artificial y algoritmos de machine learning, estos sistemas pueden analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, aprendiendo a diferenciar materiales y optimizando la separación automatizada. A su vez, el Internet de las Cosas está permitiendo el progreso de contenedores inteligentes que **puedan monitorear la calidad de los residuos depositados**, con el objetivo último de generar alertas cuando se detecta una alta contaminación y permitiendo la optimización de las rutas de recolección.

Otra ventana de oportunidades lo ofrece el uso de tecnologías de trazabilidad, como etiquetas RFID y códigos QR, que pueden ofrecer una mejora del seguimiento de los residuos desde su origen hasta su destino final, promoviendo una gestión más eficiente y sostenible. Además, existen potenciales tecnologías en la implementación de escaneo tridimensional como la tecnología LIDAR que permite **mapear y detectar residuos en entornos urbanos** con gran precisión, mientras que los sensores de ultrasonidos optimizan la logística de recolección al medir los niveles de llenado de los contenedores en tiempo real.

El objetivo del uso o combinación de estas u otras innovaciones es contribuir a mejorar la eficiencia de los sistemas de reciclaje a la que vez que reduce la dependencia de los vertederos y la incineración, disminuyendo así el impacto ambiental de la gestión de residuos. La automatización de estos procesos, impulsada por la inteligencia artificial y la robótica, está permitiendo en la parte de la cadena referida a las plantas de clasificación de residuos, el operar con mayor precisión, **minimizando la contaminación cruzada y maximizando la recuperación de materiales**. A medida que estas tecnologías continúan evolucionando, su integración en los sistemas de gestión de residuos será clave para avanzar hacia un modelo de economía circular más eficiente y sostenible.



## 2.3 Políticas públicas sobre la gestión de residuos orgánicos

A nivel europeo, nacional, autonómico y local, se han establecido marcos normativos y estrategias destinadas a reducir la generación de residuos, mejorar su separación en origen y fomentar su valorización mediante procesos como el compostaje.

La correcta gestión de los residuos orgánicos contribuye a minimizar el impacto ambiental, permite reducir los costos asociados a su tratamiento y a disminuir la cantidad de desechos que terminan en vertederos.

### 2.3.1 El marco europeo: economía circular y neutralidad climática

La gestión de residuos en la Unión Europea (UE) ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, orientándose hacia un modelo de economía circular y sostenibilidad ambiental. La **Directiva 2008/98/CE** establece el marco jurídico para el tratamiento de residuos en los Estados miembros, priorizando la prevención, la reutilización, el reciclaje y la valorización sobre la eliminación. Bajo este esquema, los biorresiduos deben gestionarse de forma diferenciada, promoviendo su aprovechamiento en la producción de compost y biogás.

En el marco del **Pacto Verde Europeo**, la UE ha fijado objetivos ambiciosos para la reducción del impacto ambiental de los residuos. El **Plan de Acción de Economía Circular** refuerza la necesidad de mejorar la gestión de los residuos orgánicos mediante medidas específicas, como la reducción del desperdicio alimentario y la promoción de tecnologías innovadoras para la clasificación y el tratamiento de residuos.

Los paquetes legislativos aprobados en los últimos años han ido consolidando esta visión. La revisión de la **Directiva Marco de Residuos**<sup>6</sup> en 2023 establece objetivos concretos para la reducción de residuos municipales y la mejora en su reciclaje. Además, la UE ha implementado estrategias para evitar la contaminación de los biorresiduos con materiales no biodegradables, mejorando la calidad del compost y reduciendo las emisiones de CO<sub>2</sub> derivadas de su tratamiento ineficiente.

Bajo este paradigma, el **PERTE de Economía Circular**<sup>7</sup>, aprobado en España busca acelerar la transición hacia un sistema productivo más eficiente y sostenible. A través de este plan, se han destinado importantes inversiones a la valorización de residuos orgánicos, fomentando tecnologías de separación y reciclaje avanzadas.

### 2.3.2 Políticas nacionales

España ha desarrollado un marco normativo sólido para la gestión de residuos, con la **Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados** como eje central. Esta legislación incorpora la jerarquía de residuos definida por la UE y refuerza la **responsabilidad ampliada del productor**, exigiendo que los fabricantes asuman parte de los costos asociados a la gestión de los residuos generados por sus productos.

<sup>6</sup> [Directiva Marco sobre Residuos: el Consejo, listo para arrancar las conversaciones sobre su revisión - Consilium](#)

<sup>7</sup> [PERTE de Economía circular | Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia Gobierno de España.](#)



La ley establece que a partir de abril de 2025 todos los municipios deben tener la nueva tasa, lo que ha obligado a los ayuntamientos a incluirla en los presupuestos de este año que se han aprobado en las últimas semanas. Esta tasa debe ser individual, no estar incluida en otras como el IBI, y tiene que recaudar todo lo que cuesta a los ayuntamientos la gestión de los residuos.

Por todo ello, para que la tasa no sea fija y realmente refleje la cantidad de residuos generados, es crucial desarrollar e implementar tecnologías y métodos que permitan medir de forma precisa y justa.

La **Estrategia Española de Economía Circular (España Circular 2030)**<sup>8</sup> complementa esta legislación, fijando objetivos para la reducción de residuos y el aumento del reciclaje. Para 2030, se espera que el 65% de los residuos municipales sean reciclados, y que la fracción de residuos enviados a vertederos se reduzca al 10%. En este contexto, los **residuos orgánicos juegan un papel clave, ya que representan casi el 50% de los residuos sólidos urbanos generados en el país.**

El **Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR)**<sup>9</sup> refuerza estos compromisos mediante la promoción de sistemas de recogida selectiva eficientes y la inversión en infraestructuras para el tratamiento sostenible de biorresiduos. La digitalización y la incorporación de tecnologías de inteligencia artificial en la clasificación de residuos han sido señaladas como áreas prioritarias para mejorar la eficiencia del sistema.

### 2.3.3 Políticas autonómicas: Comunidad Valenciana y el Plan Integral de Residuos

En el ámbito regional, la **Comunidad Valenciana** ha sido pionera en la implementación de estrategias de gestión de residuos alineadas con las directrices europeas y nacionales. Desde 1997, cuenta con un **Plan Integral de Residuos (PIR)**<sup>10</sup> que ha sido actualizado en diversas ocasiones para adaptarse a las nuevas exigencias normativas y ambientales.

El PIR establece un modelo de gestión basado en la proximidad y autosuficiencia, promoviendo la recogida selectiva de residuos orgánicos y su valorización mediante el compostaje y la digestión anaeróbica. Este enfoque busca minimizar la dependencia de vertederos y fomentar la producción de fertilizantes naturales y biogás.

Una de las principales problemáticas identificadas en el PIR es la contaminación de los residuos orgánicos con materiales no biodegradables, lo que afecta la calidad del compost y dificulta su aprovechamiento en la agricultura y la jardinería. Para abordar este desafío, el plan propone la implementación de **tecnologías avanzadas de separación y clasificación**, proponiendo hacer uso de soluciones innovadoras como sistemas de visión artificial e inteligencia artificial para detectar y eliminar contaminantes en tiempo real.

El PIR también reconoce la importancia de la **valorización energética** de los residuos orgánicos no reciclables. La incineración con recuperación de energía se plantea como

<sup>8</sup> [Estrategia Española de Economía Circular y Planes de Acción](#)

<sup>9</sup> [PEMAR\\_IP\\_Revisado.pdf](#)

<sup>10</sup> [Plan Integral de Residuos de la Comunitat Valenciana](#)



una opción complementaria para reducir la cantidad de residuos enviados a vertederos y aprovechar su potencial energético. No obstante, se priorizan soluciones de reutilización y reciclaje antes de recurrir a este tipo de tratamientos.

Por último, es importante destacar que el presente reto está alineado con **las prioridades de la Conselleria de Innovación, Industria, Comercio y Turismo** en lo que respecta a la gestión sostenible de residuos. Con el programa **Comunitat Valenciana FEDER** para el periodo 2021-2027<sup>11</sup> y con la Estrategia de Especialización Inteligente de la Comunidad Valenciana S3<sup>12</sup>.

### 2.3.4 Políticas locales: Ayuntamiento de Alcoi

La nueva ordenanza de residuos de Alcoi, en cumplimiento con la legislación estatal y autonómica, establece que la tasa de residuos debe cubrir el 100%<sup>13</sup> del coste del servicio. Esto implica un ajuste en las tarifas, con bonificaciones para quienes participen activamente en la separación de residuos orgánicos y penalizaciones para quienes no lo hagan.

El Ayuntamiento de Alcoi, según datos de febrero de 2025, destaca los excelentes resultados obtenidos en la gestión de la fracción orgánica de residuos, consolidando al municipio como un referente en la recogida selectiva de materia biodegradable. Gracias al compromiso ciudadano, la ciudad cuenta actualmente con más de 1.400 usuarios domésticos que separan correctamente la basura orgánica, además de 40 grandes productores que contribuyen a un sistema más eficiente y sostenible.

Uno de los factores clave del éxito es la baja presencia de residuos impropios en el contenedor marrón, situándose por debajo del 10%. Este dato tiene un impacto directo en los costes de tratamiento, ya que permite aplicar una bonificación del 50% en el canon por tonelada de basura orgánica. En términos económicos, mientras que el precio estándar por tonelada de fracción orgánica es de 23,18€ + IVA, la reducción permite que el Ayuntamiento solo pague 11,59€ + IVA. En comparación, el coste de la fracción Resto (residuos mezclados) asciende a 58,96€ + IVA por tonelada, lo que evidencia el significativo ahorro derivado de una correcta separación de residuos.

La composición media de la basura orgánica en Alcoi refleja una excelente calidad. Según los análisis, el 90,41% corresponde a residuos orgánicos aprovechables, destacando restos de frutas y verduras (59,03%), restos de comida (16,63%) y pan (12,90%). Los impropios compostables representan un 7,92%, y los impropios no compostables, apenas un 1,67%, lo que demuestra la alta concienciación de la ciudadanía y la efectividad del sistema de recogida.

El esfuerzo de la ciudadanía en la correcta separación de residuos no solo beneficia al medio ambiente, sino que también puede suponer un importante ahorro económico para el Ayuntamiento. En el futuro, el objetivo es repercutir en una reducción de la tasa de

<sup>11</sup> [Programa FEDER Comunitat Valenciana 2021-2027](#)

<sup>12</sup> [S3\\_comunitat\\_valenciana.pdf](#)

<sup>13</sup> [La nueva ordenanza y tasa de residuos de Alcoi deberá financiar al 100% los gastos del servicio | Pagina 66, Noticias de Alcoi y de El Comtat](#)



residuos, en cumplimiento con la Ley de Residuos 7/2022, que establece un sistema de pago por generación, de ahí el reto planteado.

## 2.4 Aplicaciones

En el ámbito de la gestión de residuos urbanos, diversas ciudades han comenzado a implementar soluciones tecnológicas avanzadas para optimizar la recolección y clasificación de desechos. Estas **innovaciones, basadas en inteligencia artificial, visión artificial y robótica**, han demostrado ser eficaces en la automatización de procesos, la reducción de **costos operativos y la mejora** en la eficiencia de la separación de residuos. La experiencia de ciudades como **Ámsterdam y proyectos estratégicos como SEPARA** sirven como referencia para el desarrollo de iniciativas similares en otros entornos urbanos, como Alcoi, que buscan avanzar hacia un modelo de economía circular más sostenible y eficiente.



### 2.4.1 Caso de estudio: **Ámsterdam y la detección inteligente de residuos con IA**

**Ámsterdam** ha implementado una solución innovadora basada en inteligencia artificial (IA) para la detección automatizada de residuos en las calles, convirtiéndose en un referente en la gestión inteligente de residuos urbanos. Esta iniciativa, reconocida con el premio GO SMART 2021, utiliza visión artificial y aprendizaje automático para mapear y detectar basura en tiempo real, optimizando la respuesta de los servicios municipales y mejorando la limpieza urbana de manera eficiente y sostenible.

#### **Tecnología implementada**

El sistema desarrollado por el equipo de IA de la ciudad de **Ámsterdam**, liderado por Maarten Sukel, se basa en el uso del **Object Detection Kit (ODK)**, una plataforma de código abierto que permite identificar residuos en el espacio público y enviar alertas a los servicios de recolección de basura. Su funcionamiento se apoya en diversas tecnologías clave:

**Visión artificial y aprendizaje automático.** El sistema emplea redes neuronales avanzadas, como el modelo YOLO (You Only Look Once), que permite identificar objetos en imágenes con gran velocidad y precisión. Esto facilita la detección automática de basura en las calles.

**Dispositivos de grabación de bajo coste.** Se utilizan teléfonos inteligentes acoplados a vehículos municipales como camiones de basura, coches de policía o bicicletas de vigilancia para capturar imágenes del entorno urbano.

**Análisis de datos en tiempo real.** Las imágenes capturadas se envían a un servidor central donde se procesan mediante algoritmos de IA. Esto permite generar alertas automáticas para la recolección de residuos en ubicaciones específicas.

**Privacidad y seguridad de datos.** El sistema ha sido diseñado con filtros de privacidad que eliminan datos sensibles, como matrículas y rostros, garantizando el cumplimiento del Reglamento General de Protección de Datos (RGPD).



Ilustración 5. Ejemplo Urban Object Detection Kit Amsterdam. Fuente: EETimesAsia



### Beneficios clave

La implementación de este sistema ha traído múltiples beneficios para la gestión de residuos en Ámsterdam:

1. **Mayor eficiencia en la limpieza urbana** al detectar automáticamente la basura en las calles. Se agiliza la respuesta de los servicios municipales, optimizando las rutas de recolección y reduciendo costos operativos.
2. **Reducción de impacto ambiental** al permitir la identificación temprana de residuos evitando la acumulación de basura y minimizando la contaminación en espacios públicos.
3. **Escalabilidad y bajo costo** siendo una solución económica y fácilmente replicable en otras ciudades, ya que utiliza dispositivos accesibles como smartphones.
4. **Mejora en la planificación municipal** permitiendo a las autoridades la recopilación de datos en tiempo real, analizar patrones de generación de residuos y tomar decisiones informadas sobre políticas de limpieza y sostenibilidad.



*Ilustración 6. Recursos necesarios Urban Object Detection Kit Amsterdam. Fuente: Tech4Good Eu Comission*



## 2.4.2 Proyecto SEPARA



El proyecto surge como una iniciativa estratégica para la digitalización y modernización de la gestión de residuos de envases en España. Esta propuesta tiene como objetivo principal sentar las bases para la transformación digital del modelo de tratamiento de

residuos de envases plásticos, latas y briks en plantas de selección, incrementando la eficiencia y productividad mediante el uso de tecnologías emergentes como Inteligencia Artificial, Visión Artificial, Big Data y Robótica.

La iniciativa se financia a través del Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) a través del programa de Iniciativas Estratégicas Sectoriales de Innovación Empresarial, Misiones CDTI. El consorcio está liderado por Ecoembes, con la colaboración del Centro Tecnológico Gaiker y otras ocho empresas, quienes han desarrollado soluciones avanzadas para optimizar la separación de residuos en plantas de reciclaje.

### Tecnología implementada

Para lograr la optimización de la recogida de residuos y la automatización del proceso de tratamiento, el proyecto integra una serie de tecnologías disruptivas dentro del paradigma de la Industria 4.0, incluyendo:

**Big Data.** Para la recopilación y análisis de grandes volúmenes de datos generados en las plantas de selección, permitiendo la optimización de procesos y la toma de decisiones basadas en información en tiempo real.

**Deep Learning.** Modelos de aprendizaje profundo que permiten la clasificación precisa de residuos mediante el análisis de imágenes capturadas en las cintas transportadoras.

**Internet Industrial de las Cosas (IoT).** Sensores conectados que facilitan el monitoreo y control de los procesos dentro de las plantas.

**Visión Artificial y Teledetección.** Uso de cámaras hiperespectrales, sensores 3D y cámaras lineales para detectar y diferenciar los materiales depositados en la planta.

**Robótica Avanzada.** Potencial incorporación de brazos robóticos para la automatización de la extracción de residuos clasificados.



Ilustración 7. Visualización del modelo entrenado en la separación de residuos. Fuente: Atria

### Beneficios clave

La implementación de SEPARA representa un paso clave en la digitalización **del sector de valorización de residuos** en España, alineándose con los objetivos del Plan de Acción de Economía Circular de la Unión Europea. Gracias a este proyecto, se ha logrado:

1. **Incrementar la eficiencia en la separación de residuos** mediante tecnologías avanzadas.
2. **Reducir la intervención manual en los procesos de clasificación**, mejorando la seguridad laboral y reduciendo costos operativos.
3. **Aumentar la calidad del material reciclado**, promoviendo una economía circular más efectiva y sostenible.
4. **Establecer las bases para futuros desarrollos en el sector**, con la posibilidad de integrar más residuos en el sistema y expandir las capacidades de detección mediante nuevas herramientas tecnológicas.



Ilustración 8. Transformación digital inteligente de las plantas de selección de residuos de envases ligeros. Fuente: proyecto SEPARA



### 2.4.3 Proyecto RecicIAI 360

El proyecto **RecicIAI 360**<sup>14</sup> es una iniciativa financiada por el Instituto Valenciano de Competitividad e Innovación (IVACE+i) y la Unión Europea, que busca optimizar la separación y reciclaje de residuos urbanos mediante la aplicación de inteligencia artificial (IA) y estrategias de gamificación. Coordinado por Nunsys, cuenta con la colaboración de Genia Bioenergy, TETMA, el Instituto Universitario Valenciano de Investigación en Inteligencia Artificial (VRAIN) de la Universitat Politècnica de València y el Instituto Tecnológico del Plástico (AIMPLAS).

#### Tecnología implementada

RecicIAI 360 integra diversas tecnologías avanzadas para mejorar la gestión de residuos:

- **Inteligencia Artificial y visión artificial:** desarrollo de modelos predictivos para identificar y clasificar residuos, determinando su calidad y origen.
- **Big Data y gemelos digitales:** creación de un entorno de gestión colaborativo que permite controlar, registrar y reportar las actuaciones en el ciclo integral de los residuos, facilitando la toma de decisiones basadas en datos en tiempo real.
- **Gamificación y técnicas de persuasión:** diseño de estrategias lúdicas y persuasivas para incentivar a la ciudadanía en la correcta separación de residuos, promoviendo nuevas pautas de reciclaje y consumo.
- **Plataformas de gestión colaborativa:** interfaces digitales que permiten a los gestores de residuos, administraciones y ciudadanos **controlar, registrar y reportar** actuaciones en el ciclo integral de los residuos.

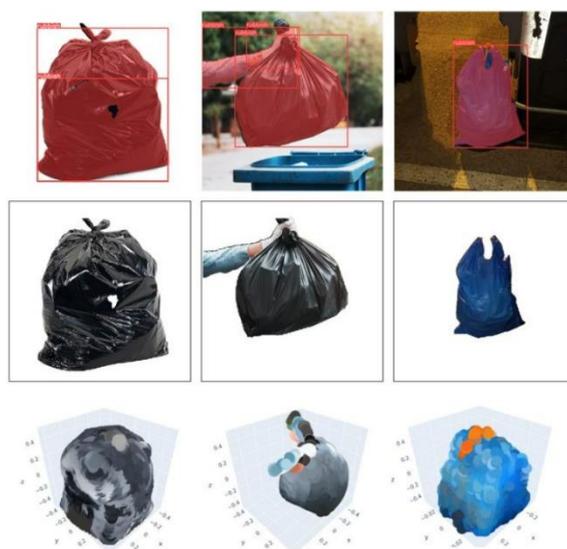


Ilustración 9. Representación identificación de residuos por IA. Fuente: IVACE+i

<sup>14</sup> <https://geniabienergy.com/reciclai360/>



### Beneficios clave

La implementación de RecicIAI 360 aporta múltiples beneficios:

1. **Mejora en la separación de residuos en origen** al proporcionar herramientas y estrategias que facilitan la correcta clasificación de desechos, se reduce la cantidad de residuos mal depositados, optimizando el proceso de reciclaje.
2. **Incremento de la eficiencia en la gestión de residuos** al optimizar el uso de tecnologías avanzadas permite una gestión más eficiente, reduciendo costos operativos y mejorando la planificación de rutas de recolección.
3. **Fomento de la participación ciudadana** en las estrategias de gamificación y persuasión aumentan la concienciación y el compromiso de la ciudadanía en prácticas de reciclaje, promoviendo hábitos más sostenibles.
4. **Generación de datos para la toma de decisiones** a través de la recopilación y análisis de datos en tiempo real facilitan la creación de políticas públicas más efectivas y la mejora continua de los procesos de gestión de residuos.

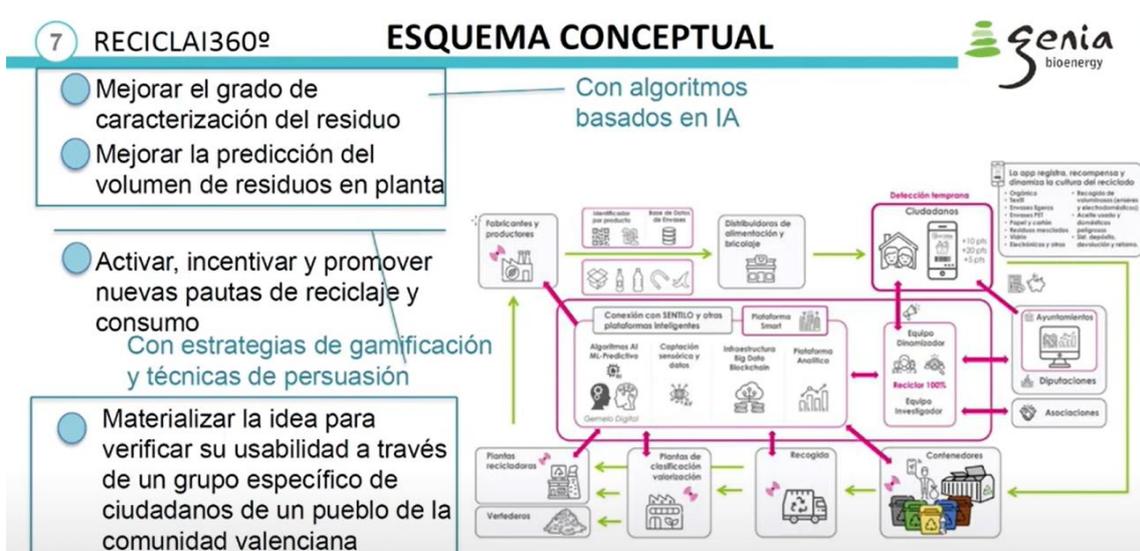


Ilustración 10. Marco conceptual. Fuente: Genia Bioenergy



### 3 Necesidades no cubiertas

Alcoi enfrenta un desafío crucial en la optimización de la gestión de sus residuos orgánicos, un componente esencial en la transición hacia un modelo de economía circular. A pesar de los avances en la recogida selectiva y la implementación de normativas más estrictas, persisten problemas estructurales que dificultan una gestión eficiente y sostenible. En particular, la contaminación de la fracción orgánica con materiales extraños sigue representando un obstáculo significativo, afectando la calidad del compost y encareciendo su tratamiento.

Con el objetivo de mejorar estos procesos, y poder implementar “el pago por generación” ajustado, Alcoi pretende impulsar una Consulta Preliminar de Mercado que permita identificar nuevas soluciones tecnológicas para la identificación de bolsas de materia orgánica en bolsas compostables, para reducir la presencia de contaminantes en la fracción orgánica, mejorar la calidad del compost producido y minimizar los costos de procesamiento, cubriendo así una brecha actualmente no resuelta en el sistema de gestión de residuos de la ciudad.

#### 3.1 Necesidad principal

La necesidad principal planteada para un reto de compra pública innovadora es desarrollar una solución tecnológica avanzada que permita la identificación precisa de si los residuos se depositan en bolsas compostables y garantizar la capacidad máxima de uso de los contenedores de residuos orgánicos. La solución debe ser robusta y estar firmemente integrada en el contenedor o de alguna manera en el sistema de contenedores para resistir condiciones ambientales adversas y prevenir el vandalismo, así como posibles cambios de ubicación. Además, es crucial que el sistema sea accesible y fácil de usar para todos los ciudadanos. Esta propuesta debe contribuir a una gestión más eficiente y sostenible de los residuos orgánicos, alineándose con los objetivos ambientales y sociales de la ciudad, mientras se promueve la inclusión y participación activa de la comunidad en la gestión de residuos.

El desarrollo de esta solución tecnológica abordará tres aspectos clave:

**Detección de residuos orgánicos en bolsas compostables**

**Toma de datos y vinculación de usuarios con residuos**

**Integración con la infraestructura existente**



### 3.2 Necesidades específicas

- **Detectar:** identificar de manera precisa y eficiente las bolsas de residuos orgánicos depositadas en contenedores existentes.
- **Integrarse:** adaptarse a los contenedores existentes sin modificaciones estructurales significativas.
- **Transmitir datos:** enviar información en tiempo real o periódica sobre la cantidad y tipo de residuos orgánicos depositados a una plataforma centralizada.
- **Ser escalable:** poder implementarse a gran escala en diferentes entornos urbanos.
- **Resistencia:** soportar las condiciones adversas de limpieza y las inclemencias del tiempo sin afectar su funcionamiento.
- **Seguridad:** incorporar sistemas antivandálicos para proteger el dispositivo de manipulaciones o daños intencionados.
- **Camuflaje:** diseñar el dispositivo de manera que se integre visualmente con el contenedor o donde se disponga, evitando su detección y posibles actos vandálicos.
- **Usabilidad:** facilitar la interacción del ciudadano con el sistema, sin requerir conocimientos técnicos.
- **Integración:** conectarse de forma fluida con la plataforma de datos existente de ciudad para generar informes y análisis detallados.
- **Autonomía:** funcionar con fuentes de energía renovables o de bajo consumo, minimizando la necesidad de mantenimiento.
- **No interferencia:** garantizar que el dispositivo no obstaculice las operaciones de carga y descarga y limpieza de los contenedores.

La incorporación de estas innovaciones permitirá a Alcoi avanzar significativamente en la gestión sostenible de sus residuos orgánicos, posicionando a la ciudad como un referente en la aplicación de tecnologías avanzadas para la valorización de biorresiduos.



## 4 Objetivo general

El objetivo principal de esta Consulta Preliminar de Mercado es **evaluar el grado de madurez del mercado para el desarrollo e implementación de una solución innovadora que permita mejorar la gestión de los residuos orgánicos en Alcoi**. En particular, se busca identificar tecnologías avanzadas que permita la identificación precisa de si los residuos se depositan en bolsas compostables y garantizar la capacidad máxima de uso de los contenedores de residuos orgánicos

La solución deberá permitir la **identificación precisa y automatizada** de bolsas de residuos orgánicos depositadas en los contenedores existentes sin requerir modificaciones estructurales significativas. Además, deberá ser capaz de **recabar datos e identificar a los usuarios** acerca de los residuos recolectados<sup>15</sup>, facilitando la toma de decisiones basada en información precisa y actualizada.

Este proceso contribuirá a aumentar los índices de reciclaje en la ciudad, al igual que también permitirá **optimizar los costos de gestión**, reducir el volumen de residuos enviados a vertedero y avanzar hacia un modelo de economía circular más eficiente y sostenible.

***El reto no implica a la planta ni al consorcio, se trata de "enviar" materia orgánica lo más limpia posible.***

## 5 Objetivos específicos

A partir del objetivo general, se han definido una serie de objetivos específicos que esta Consulta Preliminar de Mercado busca abordar:

### **Detección y cuantificación**

- Desarrollar un sistema capaz de identificar y cuantificar con alta precisión el si la bolsa depositada es de material compostable.

### **Integración y adaptabilidad**

- Diseñar la solución de manera que se versátil y que se adapte a una amplia gama de contenedores existentes, minimizando la necesidad de modificaciones.

### **Transmisión de datos y monitoreo**

- La solución debe permitir la gestión de datos que permita analizar la información recopilada, generando alertas ante eventos como el llenado excesivo de contenedores o la detección de objetos extraños, entre otros.

### **Escalabilidad y gestión**

- La solución debe ser viable, con un coste-eficiencia que permita la rápida implementación del sistema en nuevas zonas urbanas, así como la gestión centralizada de un gran número de dispositivos.

<sup>15</sup> Siempre garantizando el cumplimiento de la Protección de datos y cualquier otra normativa de aplicación



### **Robustez y durabilidad**

- Emplear materiales y componentes resistentes a condiciones atmosféricas adversas (corrosión, a los rayos UV y a los impactos...), incorporando datos sobre el ciclo de vida útil de la solución.

### **Seguridad y privacidad**

- Implementar medidas de seguridad física y cibernética para proteger los dispositivos y los datos recopilados, cumpliendo con las normativas de privacidad vigentes.

### **Diseño y usabilidad**

- Crear un diseño atractivo y discreto que se integre visualmente con el entorno urbano, facilitando su aceptación por parte de los ciudadanos.

### **Autonomía energética y sostenibilidad**

- Emplear fuentes de energía renovable (solar, eólica) y/o tecnologías de bajo consumo para maximizar la autonomía de los dispositivos y reducir el impacto ambiental.

### **Integración con sistemas existentes**

- Desarrollar interfaces de programación de aplicaciones (APIs) que permitan la integración del sistema con otras plataformas y aplicaciones de gestión urbana, facilitando el análisis de datos y la toma de decisiones.

### **Mantenimiento y soporte**

- Establecer un sistema de mantenimiento preventivo y correctivo eficiente, así como un servicio de atención al cliente que garantice la disponibilidad y el correcto funcionamiento de los dispositivos a largo plazo.

Se espera que el sistema implemente una solución integral para la gestión de residuos orgánicos, optimizando la recolección, mejorando la eficiencia y reduciendo el impacto ambiental. Además de cumplir con los objetivos anteriores, ello no es óbice para que la solución vaya más allá y explore otras funcionalidades.

Es fundamental que la propuesta permita asociar a cada uno de estos objetivos un conjunto de indicadores de éxito que permitan evaluar de manera objetiva el grado de cumplimiento y el progreso hacia las metas establecidas. Estos indicadores permitirán medir el desempeño del sistema, identificar áreas de mejora y tomar decisiones basadas en datos concretos. Al definir indicadores claros y medibles, se garantiza una gestión eficaz del proyecto y se asegura que el resultado final cumpla con las expectativas.



## 6 Resultados esperados

La implementación de la solución tecnológica propuesta generará una serie de beneficios clave para la gestión de residuos orgánicos en Alcoi. Se espera que la solución optimice la eficiencia del proceso de separación y tratamiento de residuo identificando las bolsas de residuos orgánicos. Y que, a su vez, fomente una mayor participación ciudadana en la correcta disposición de los desechos orgánicos, promoviendo así un modelo de economía circular más sólido y sostenible.

### Identificación precisa y automatizada de residuos orgánicos

Uno de los principales resultados esperados es la mejora en la precisión de la detección y clasificación de los residuos orgánicos, generando datos confiables.

### Optimización de la valorización de los residuos

La mejora en la separación de residuos orgánicos permitirá aumentar la cantidad y calidad del material destinado a compostaje y producción de biogás. Esto contribuirá a una mayor valorización de los residuos, reduciendo la dependencia de los vertederos y generando un impacto positivo en términos ambientales y económicos.

### Reducción de costos operativos

La implementación de un sistema automatizado de detección de residuos reducirá la carga de trabajo manual en las plantas de tratamiento y optimizará los procesos de clasificación. Esto se traducirá en una disminución de los costos operativos asociados a la gestión de residuos, permitiendo una asignación más eficiente de los recursos municipales.

### Incremento en la participación ciudadana

El sistema propuesto incluirá mecanismos de monitoreo y control que permitirán incentivar la correcta separación de residuos por parte de la ciudadanía. A través de la solución que se plantee, se podrá fomentar la responsabilidad individual en la gestión de residuos, aplicando conceptos como Pago por Generación (PxG), como impulso hacia una tasa de residuos justa y económicamente sostenible.

### Generación de datos estratégicos para la toma de decisiones

La solución generará datos sobre los patrones de generación y disposición de residuos en la ciudad, lo que permitirá al Ayuntamiento de Alcoi diseñar políticas públicas más eficaces y basadas en evidencia. Además, estos datos facilitarán la planificación de futuras mejoras en el sistema de gestión de residuos.

### Integración con la infraestructura existente

El sistema desarrollado se diseñará para integrarse con los contenedores y plataformas de gestión de residuos ya existentes en la ciudad, evitando la necesidad de realizar modificaciones estructurales significativas y permitiendo una implementación ágil y escalable.

### Mejora en la sostenibilidad y cumplimiento normativo

Con la reducción de residuos destinados a vertederos y el aumento de la eficiencia en el reciclaje de la fracción orgánica, Alcoi podrá cumplir con las normativas nacionales y



europas en materia de gestión de residuos y economía circular. Esto reforzará el compromiso de la ciudad con la sostenibilidad y la reducción de su huella de carbono.

En conjunto, estos resultados consolidarán a Alcoi como un referente en la innovación para la gestión de residuos orgánicos, promoviendo un modelo de desarrollo más eficiente, sostenible y alineado con los principios de la economía circular.





## 7 REFERENCIAS

- [1] [Innovación en la Gestión de Residuos Orgánicos en la Industria de la Comida: Avanzando hacia la Sostenibilidad a través de las Ciencias](#)
- [2] [Separación de Residuos Orgánicos: Estrategias Efectivas para Negocios - Miogas](#)
- [3] [Separación de Residuos](#)
- [4] [De residuos a recursos energéticos: innovación para extraer el máximo valor de los residuos](#)
- [5] [2marco-normativo-residuos-mapama\\_tcm30-429448.pdf](#)
- [6] [Legislación de la Unión Europea sobre gestión de residuos | EUR-Lex](#)
- [7] [Sistema de información y tecnología en la gestión de residuos](#)
- [8] [Aplicaciones de la inteligencia Artificial en la gestión de residuos urbanos](#)
- [9] [Inteligencia artificial aplicada a la clasificación de residuos - ATRIA Innovation](#)
- [10] [La importancia del compostaje en la gestión de residuos orgánicos y su impacto ambiental | Free Paper Example for Students](#)
- [11] [PERTE de Economía circular | Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia Gobierno de España.](#)
- [12] [El Ayuntamiento de Alcoy implantará un sistema de tarjetas para controlar reciclaje a partir de 2025 | Sociedad | Cadena SER](#)
- [13] [El trabajo de la UE para la gestión sostenible de residuos | Temas | Parlamento Europeo](#)
- [14] [Carriages preview | Legislative Train Schedule](#)
- [15] [Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050](#)
- [16] [Using AI to Keep City Clean Makes Amsterdam 2021 GO SMART Award Winner - EE Times Asia](#)
- [17] [Object Detection Kit - openresearch.amsterdam](#)
- [18] [Finalizamos el proyecto de separación de residuos CDTI SEPARA - ATRIA Innovation](#)
- [19] [SEPARA: separador óptico para plantas de selección de residuos - ATRIA Innovation](#)
- [20] [Scalibur PDF](#)
- [21] [Scalibur – LEADING A REVOLUTION IN BIOWASTE RECYCLING](#)
- [22] [ReciclAI 360, un proyecto para elevar el nivel de reciclaje mediante IA en la Comunidad Valenciana • ESMARTCITY](#)