

**UNIÓN DE ASOCIACIONES DE INGENIEROS  
TÉCNICOS INDUSTRIALES Y GRADUADOS EN  
INGENIERÍA DE LA RAMA INDUSTRIAL DE ESPAÑA  
(UAIIE)**

**“CONVOCATORIA 2026”**

**XI PREMIO NACIONAL DE INICIACIÓN A LA INVESTIGACIÓN  
TECNOLÓGICA**

**Sistema automatizado de gestión de residuos**

**AUTOR/ES:**

Joan Jaume Barceló, Clàudia Jaume Servera, Alejandro Guzmán Pajares

**BLOQUE TEMÁTICO:**  
Reciclaje y medio ambiente

**NIVEL EDUCATIVO:**  
1 Bachiller

**COORDINADOR:**  
Magdalena Fuster Lorenzo

Marzo del 2026

# Índice

<b>Índice</b>	<b>2</b>
<b>Resumen</b>	<b>3</b>
<b>Palabras Clave</b>	<b>3</b>
<b>Introducción</b>	<b>4</b>
<b>Fundamentos</b>	<b>4</b>
<b>Descripción del prototipo</b>	<b>5</b>
<b>Metodología y desarrollo</b>	<b>7</b>
<b>Resultados</b>	<b>10</b>
<b>Análisis y discusión</b>	<b>10</b>
<b>Conclusiones</b>	<b>11</b>
<b>Recomendaciones</b>	<b>12</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>13</b>
<b>Anexos</b>	<b>13</b>

## Resumen

La idea de este proyecto es construir una papelerera de reciclaje, con tres compartimentos en su interior, pensada para facilitar el reciclaje tanto en casa, en el aula o en el trabajo, también sería muy útil en lugares públicos como aeropuertos, salas de reuniones, etc. La idea es compactar y reducir, de alguna manera el sistema de recogida de residuos con recogida selectiva. En lugar de utilizar un sistema de tres cubos distintos, esta papelerera cuenta con una sola estructura que contiene tres espacios separados para los distintos tipos de residuos más comunes: uno para plástico, otro para papel y cartón y otro para residuos orgánicos. En la parte superior de la estructura se encuentran tres botones. Al presionar cualquiera de ellos, el mecanismo interno se activa y hace girar el sistema, abriendo el compartimento correspondiente al tipo de residuo seleccionado.

No hay duda de que reciclar debería ser más cómodo, rápido y accesible, ya que muchas personas no lo hacen por falta de espacio o por simple comodidad. Según datos de la ONU Medio Ambiente, cada año se generan en el planeta más de 11.000 millones de toneladas de residuos y se recicla menos del 20%. Si los residuos se separan correctamente desde el principio, se podría aprovechar mucho más material y reducir considerablemente la contaminación.

Además, el Banco Mundial indica que un buen sistema de reciclaje puede llegar a reducir hasta un 60% de las emisiones que dañan el clima. Por eso, aunque este proyecto sea una propuesta sencilla, puede tener un impacto positivo. Con ideas simples como esta, se puede demostrar que cuidar el medio ambiente no tiene por qué ser complicado, sino que depende sobre todo de pequeños gestos y de un poco de voluntad.

## Palabras Clave

Reciclaje – automatización – papelerera automática – prototipo – mecanismo giratorio medio ambiente – tecnología.

## Introducción

En la actualidad, el reciclaje se ha convertido en un tema muy presente en nuestro día a día. Sin embargo, a menudo no se habla de él de manera positiva, y la realidad es que muchas personas no separan correctamente sus residuos. Por falta de tiempo, espacio o conocimiento, los restos de basura suelen mezclarse en un mismo cubo, lo que provoca que el reciclaje sea menos eficiente y aumente la contaminación ambiental.

Conscientes de este problema, en este proyecto proponemos el diseño de una papelera automática con tres compartimentos, pensada para facilitar la separación de residuos de forma sencilla y práctica. La idea es que, con un solo cubo, se puedan clasificar diferentes tipos de desechos: plástico, papel y cartón, y restos orgánicos. Gracias a un sistema eléctrico integrado, los compartimentos giran automáticamente al pulsar el botón correspondiente, ofreciendo una experiencia más cómoda, rápida y eficiente para el usuario.

Entre los objetivos principales del proyecto se encuentran: diseñar la estructura de la papelera de manera que sea compacta y funcional, desarrollar el mecanismo rotatorio que permite seleccionar cada compartimento mediante botones en la parte superior, y asegurar que el prototipo funcione de forma fiable y segura. Además, buscamos que el dispositivo sea intuitivo y accesible, de modo que cualquier persona pueda utilizarlo sin necesidad de instrucciones complicadas.

Con esta propuesta, nuestro objetivo no es solo crear un dispositivo funcional, sino también fomentar hábitos responsables y sostenibles. Creemos que, aunque sea un gesto pequeño, facilitar el reciclaje desde el hogar, la escuela o el trabajo puede contribuir significativamente a la reducción de residuos, a un mejor aprovechamiento de los materiales y, en última instancia, a cuidar nuestro medio ambiente.

## Fundamentos

Los fundamentos de nuestro proyecto se basan principalmente en la necesidad de mejorar la gestión de residuos y fomentar el reciclaje de manera efectiva. Diversos estudios recientes demuestran que los sistemas automatizados de separación de basura tienen un impacto positivo en la reducción de la contaminación y en la eficiencia del reciclaje.

Por ejemplo, el estudio *Machine learning-based automated waste sorting* (ScienceDirect, 2025) indica que la automatización en la clasificación de residuos permite aumentar significativamente el éxito del reciclaje. Esto refuerza el objetivo de nuestro proyecto: desarrollar una papelera automática que facilite la separación de los residuos de manera sencilla y accesible.

Otro estudio, *Intelligent waste sorting for urban sustainability using deep learning* (PMC, 2024), destaca que los sistemas inteligentes de separación contribuyen a una gestión más eficiente de los residuos, disminuyendo la cantidad de basura que termina en vertederos y aumentando el aprovechamiento de materiales reciclables. Este resultado demuestra que la implementación de herramientas de clasificación, como los botones de nuestra papelerera automática, puede promover hábitos positivos y sostenibles en la vida diaria.

Asimismo, el informe *Advanced sorting technologies in the waste sector* (IEA Bioenergy, 2024) muestra que la adopción de sistemas de separación de residuos reduce de manera significativa la contaminación ambiental. Estos hallazgos coinciden directamente con el propósito principal de nuestro proyecto: simplificar el proceso de separación de residuos para fomentar el reciclaje y contribuir al cuidado del medio ambiente.

En conjunto, estos estudios verifican los fundamentos de nuestro proyecto, demostrando que la automatización aplicada al reciclaje no solo mejora la eficiencia en la separación de residuos, sino que también promueve hábitos sostenibles y ayuda a proteger nuestro entorno. Por tanto, la creación de una papelerera automática de tres compartimentos se basa en evidencia científica sólida y responde a una necesidad real de concienciación y acción ambiental en la vida cotidiana.

Por tanto, a partir de la problemática planteada, se establecen los siguientes objetivos para el desarrollo de este proyecto:

- Diseñar un sistema que permita separar residuos de manera automática mediante un mecanismo rotativo.
- Implementar botones que activen la apertura del compartimento correspondiente al tipo de residuo.
- Garantizar que el prototipo sea estable y funcione correctamente bajo carga.
- Facilitar el uso y la comprensión del sistema para cualquier usuario.

## **Descripción del prototipo**

El prototipo desarrollado en este proyecto es un depósito de residuos pensado tanto para espacios interiores como su uso en el hogar, en el aula o en espacios de trabajo como para exteriores y espacios públicos

La papelerera cuenta con tres compartimentos independientes, cada uno destinado a un tipo específico de residuo: uno para envases de plástico, otro para residuos orgánicos y un tercero para papel y cartón. Esta disposición permite separar los residuos desde el momento en que se generan, facilitando el reciclaje y evitando la contaminación cruzada entre materiales.

El dispositivo incorpora una tapa con sistema eliminador de olores, que contribuye a mantener el entorno limpio y agradable, además de proteger los residuos hasta su posterior gestión. Su diseño es compacto y funcional, ocupando únicamente el espacio de una papelera tradicional, lo que lo hace ideal para entornos con espacio limitado.

La papelera se puede fabricar en distintas medidas y modelos para adaptarla mejor a los diversos espacios. El prototipo realizado es un modelo propuesto para un espacio interior, concretamente un aula de un instituto.

Para una mejor comprensión de su estructura y dimensiones, se incluyen representaciones gráficas en los Anexos 1 y 2.

El principio de funcionamiento del prototipo se basa en un sistema eléctrico que permite al usuario seleccionar fácilmente el compartimento deseado mediante botones ubicados en la parte superior de la papelera. Al pulsar un botón, la energía de la batería activa un motor eléctrico, que a su vez mueve los engranajes cónicos para girar los compartimentos hasta colocar el correcto en la posición de uso. Este mecanismo asegura que cada compartimento quede alineado de manera precisa, evitando errores y facilitando el depósito de los residuos.

Entre los componentes principales del prototipo se encuentran:

- Motor eléctrico: encargado de generar el movimiento rotatorio de los compartimentos.
- Batería recargable: que alimenta todo el sistema, permitiendo su funcionamiento autónomo sin necesidad de estar conectado permanentemente a la corriente.
- Placa Arduino: que actúa como cerebro del dispositivo, controlando el motor y recibiendo las señales de los botones pulsados por el usuario.
- Engranajes cónicos: que transmiten y multiplican la fuerza del motor, asegurando un giro uniforme y preciso de los compartimentos.

Gracias a la combinación de estos elementos, el prototipo logra un funcionamiento fluido, seguro y eficiente, transformando una tarea cotidiana como el reciclaje en un proceso más cómodo, rápido e intuitivo. Este diseño demuestra cómo la tecnología puede aplicarse a problemas prácticos del día a día, ofreciendo una solución compacta y accesible que fomente hábitos sostenibles en el hogar y en otros entornos.

## Metodología y desarrollo

El desarrollo del prototipo se llevó a cabo siguiendo una metodología organizada en varias fases, que permitieron transformar la idea inicial en un producto funcional y eficiente. Cada fase tuvo objetivos claros y pasos definidos para asegurar el éxito del proyecto.

- Lluvia de ideas

El primer paso consistió en generar ideas sobre cómo mejorar la separación de residuos en el hogar, el aula o el trabajo. Se discutieron diferentes conceptos de papeleras automáticas, compartimentos, mecanismos giratorios y sistemas de control. Esta fase permitió definir la idea principal: una papelera con tres compartimentos controlados mediante botones que facilita el reciclaje de manera rápida e intuitiva.

- Diseño del producto

A continuación, se realizó el diseño preliminar de la papelera, definiendo la estructura, el tamaño de los compartimentos, la ubicación de los botones y la posición de los engranajes y el motor. Se elaboraron bocetos y esquemas que sirvieron de guía para el montaje y la planificación posterior.

- Elección de materiales

Se seleccionaron los materiales más adecuados en función de su disponibilidad, coste y funcionalidad. Para la estructura se eligió un cubo resistente; los separadores internos se fabricaron en madera; los engranajes se imprimieron en 3D para obtener precisión en el giro; y se incorporaron componentes electrónicos como motor, batería, botones y placa Arduino. Esta selección aseguró un equilibrio entre eficiencia, durabilidad y facilidad de montaje.

- Diseño de los circuitos

Se planificó el sistema eléctrico que controlaría el movimiento de los compartimentos. La placa Arduino se programó para recibir la señal de los botones y activar el motor de forma precisa. Los engranajes cónicos permiten transmitir el movimiento y alinear correctamente cada compartimento. Se realizaron diagramas de conexión para garantizar la correcta instalación y evitar errores durante el montaje.

- Planificación

Se elaboró un plan de trabajo para organizar el montaje, la programación y las pruebas. Esto incluyó la secuencia de ensamblaje, el orden de instalación de los componentes electrónicos y la distribución de tareas entre los miembros del equipo. La planificación permitió optimizar tiempos y evitar problemas durante el desarrollo.

- Montaje del proyecto

Se procedió al ensamblaje de todos los componentes: se colocaron los separadores dentro del cubo, se instalaron los engranajes conectados al motor y se montó la placa Arduino junto con el botón de control. Esta fase requirió precisión para asegurar que los compartimentos giren correctamente y que el sistema quede estable.

- Pruebas

Una vez montado el prototipo, se realizaron múltiples pruebas para verificar el funcionamiento del mecanismo. Se comprobó que al pulsar cada botón el motor giraba los compartimentos hasta colocarlos en la posición correcta, y que la papelera operaba de manera fluida y segura.

- Ajustes y mejoras

Durante las pruebas se identificaron pequeños problemas, como desalineación de los compartimentos o la necesidad de ajustar la fuerza del motor. Estos se solucionaron mediante ajustes en los engranajes, la programación y la disposición de los separadores. Tras estas mejoras, el prototipo quedó completamente funcional y listo para su uso.

En conjunto, este proceso permitió desarrollar un prototipo compacto, práctico y eficiente, que cumple su objetivo principal: facilitar la separación de residuos y fomentar hábitos sostenibles de manera cómoda e intuitiva.





A continuación, mostramos la tabla de organización mediante el modelo de diagrama de GANTT y la tabla de productos, precios y cantidades usados durante el proceso de construcción del proyecto:

## DIAGRAMA GANTT DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN



Imatge 1, Diagrama de Gantt.

## PRESUPUESTO

Productos	Cantidad	Imágenes	Precio
Cubo	1		27 €
Engranajes (máquina 3d)	4		15 €
Separadores de madera	3		10€
Motor	1		12€
Boton	1		3€
			67 € (aprox.)

## Resultados

Durante las pruebas finales del prototipo, se consiguió que el sistema de la recogida de residuos automático realizara el movimiento de giro correctamente tras la activación del motor. El mecanismo respondió al encendido y fue capaz de iniciar la rotación de la estructura.

Sin embargo, el sistema sólo logró mantenerse estable durante unos segundos. Tras iniciar el giro, la estructura comenzó a desestabilizarse debido a problemas de equilibrio y distribución del peso. Esto provocó vibraciones y desplazamientos no deseados que obligaron a detener las pruebas para evitar daños en los componentes.

En condiciones de carga ligera (estructura de madera sin residuos adicionales), el giro fue más controlado, aunque igualmente inestable. Al añadir las latas para la demostración, el desequilibrio aumentó y la estabilidad disminuyó más rápidamente.

En resumen:

- El sistema consiguió girar.
- El motor fue capaz de mover la estructura.
- No se logró una estabilidad prolongada durante el funcionamiento.

## Análisis y discusión

El principal problema detectado fue la falta de estabilidad estructural durante el giro. Esto puede deberse a varios factores:

1. Centro de gravedad mal distribuido: La carga no estaba perfectamente centrada respecto al eje de giro, lo que generó un momento de desequilibrio.
2. Ausencia de un sistema de soporte adecuado: Al no utilizar un plato giratorio con cojinete diseñado para cargas axiales, el eje y la estructura absorbieron fuerzas para las que no estaban optimizados.
3. Rigidez insuficiente de la estructura: La madera utilizada, aunque ligera, puede haber flexionado ligeramente durante el movimiento.
4. Vibraciones del motor y transmisión: Posibles desalineaciones en el eje o acoplamiento pudieron amplificar el movimiento.
5. Falta de sistema de estabilización o guía lateral.

A pesar de estas limitaciones, el hecho de que el sistema lograra iniciar el movimiento demuestra que el cálculo de par y la selección del motor fueron adecuados para generar el torque necesario. El problema no fue de potencia, sino de estabilidad mecánica y diseño estructural.

Este resultado confirma la importancia de integrar no solo el cálculo del par motor, sino también el análisis estructural y de equilibrio en sistemas rotativos.

## Conclusiones

El proyecto logró cumplir parcialmente su objetivo principal: construir un sistema capaz de girar para dirigir los residuos.

Se demostró que:

- El motor seleccionado tiene capacidad suficiente para mover la estructura.
- El sistema de activación funciona correctamente.
- El concepto de giro es viable desde el punto de vista técnico.

No obstante, el prototipo no alcanzó una estabilidad adecuada para un funcionamiento continuo, lo que limita su aplicación práctica en su estado actual.

El proyecto permitió aplicar conocimientos de mecánica, cálculo de par, transmisión de movimiento y diseño estructural, evidenciando la complejidad real que implica transformar una idea en un sistema funcional estable.

## Recomendaciones

Para futuras mejoras del proyecto, se proponen las siguientes acciones:

1. Incorporar un cojinete giratorio o anillo rotatorio diseñado específicamente para soportar carga axial y momento de vuelco.
2. Mejorar la distribución del peso, asegurando que el centro de gravedad coincida con el eje de rotación.
3. Reforzar la estructura con materiales más rígidos (metal o madera estructural más gruesa).
4. Implementar un sistema de estabilización lateral o base más amplia para evitar oscilaciones.
5. Utilizar un acoplamiento mejor alineado entre motor y eje.
6. Realizar simulaciones previas o pruebas progresivas con incremento de carga.
7. Incorporar un sistema de control de velocidad para realizar arranques más suaves y reducir vibraciones.
8. Placas solares a las baterías de los sistemas que se vayan a utilizar en espacios exteriores
9. Baterías de bajo consumo, para sistemas a utilizar en interiores

Con estas mejoras, el sistema podría evolucionar hacia una versión más estable, segura y funcional.

# Bibliografía

<https://gestorderesiduosmadrid.es/consecuencias-de-no-reciclar/>

<https://news.un.org/es/story/2023/05/1521082>

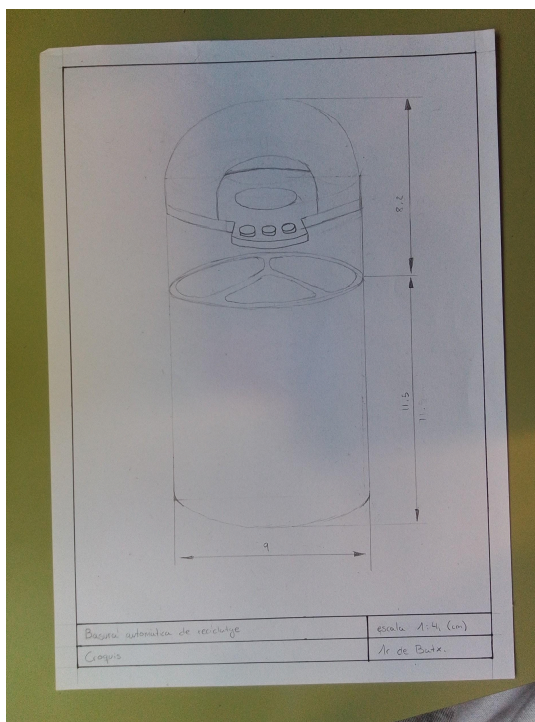
<https://bioemprendedores.com/5-razones-por-las-que-la-gente-no-recicla-y-por-las-que-deberia-reciclar/>

<https://app.ganttpro.com/>

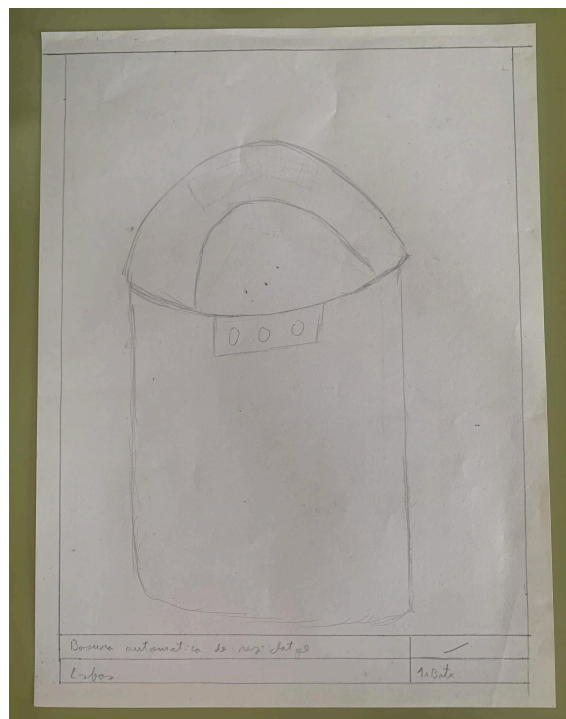
# Anexos

Esquemas usados en la construcción del prototipo.

Anexo 1



Imatge 2, Croquis.



Imatge 2, Esbós.



Imatge 4, Procediment.



Imatge 5, Procediment.



Imatge 6, Procediment.



Imatge 7, Procediment.



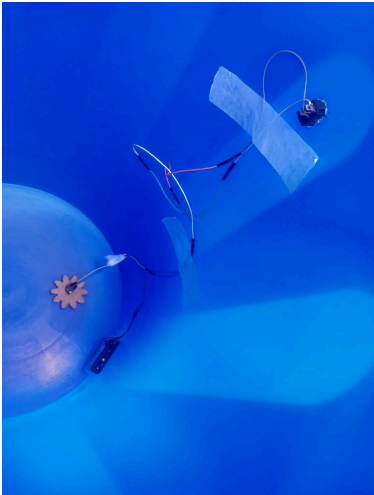
Imatge 8, Procediment.



Imatge 9, Procediment.



Imatge 10, Procediment.



Imatge 11, Procediment.



Imatge 12, Procediment.

Imatge 13, Procediment.