

## **Del desecho al recurso: sistema de reciclaje para plásticos**

**Ever Yamid Sierra Carreño**  
Código estudiantil: 202122823203

**Edward Fabian Largo Paez**  
Código estudiantil: 202122822906

**Jhon Jarley Lobo Arevalo**  
Código estudiantil: 202122823206

Trabajo de Investigación del programa: **Ingeniería Industrial**

**Tutor:**  
**Pablo Yazel Rios León**

### **RESUMEN**

En esta propuesta de investigación se presenta el diseño e implementación de un modelo integral de reciclaje de plásticos postconsumo, orientado a la producción de materiales sostenibles como ladrillos plásticos y postaduras agrícolas. Esta iniciativa se enmarca en los principios de la economía circular, con el propósito de mitigar impactos ambientales, generar inclusión social y fomentar el desarrollo sostenible en contextos urbanos y rurales.

El planteamiento parte del reconocimiento de la creciente acumulación de plásticos de un solo uso, problema agravado por la limitada infraestructura de gestión de residuos y la falta de conciencia ciudadana sobre separación en la fuente. Como respuesta, el proyecto busca transformar residuos en recursos valiosos a través de un proceso técnico estandarizado que permita su aprovechamiento eficiente. Los objetivos incluyen el análisis de impactos ambientales, el diseño del proceso productivo, la vinculación con recicladores y actores institucionales, y la evaluación de impactos en términos de sostenibilidad.

Desde el punto de vista técnico, los residuos plásticos se clasifican en termoestables y termoplásticos. Solo estos últimos son reciclables, siendo categorizados en siete tipos según el Código de Identificación de Resina (RIC). Los más comunes en procesos industriales son PET, HDPE, LDPE, PP y PS. Las principales fuentes generadoras incluyen los sectores del empaque (responsable de casi el 40% del consumo mundial de plásticos), la construcción, la industria textil, la agricultura, la automotriz y la electrónica. Estas industrias contribuyen de manera significativa a la contaminación plástica, tanto terrestre como marina.

El impacto ambiental de los plásticos es amplio y severo. En los océanos, amenazan a más de 800 especies marinas, mientras que en los suelos afectan la estructura microbiana, disminuyen la fertilidad agrícola y liberan gases de efecto invernadero como metano y etileno. Además, la presencia de microplásticos en agua, alimentos y organismos vivos representa un riesgo emergente para la salud pública.

En cuanto a los métodos de reciclaje, el proyecto explora tres enfoques: mecánico, químico y biológico. El reciclaje mecánico, el más común, implica trituración, lavado y regranulación, siendo eficiente para polímeros homogéneos como PET y HDPE, pero limitado en su capacidad de mantener propiedades físicas tras múltiples ciclos. El reciclaje químico permite recuperar monómeros originales mediante pirólisis, gasificación o despolimerización, siendo más eficiente pero con mayores requerimientos energéticos y tecnológicos. El reciclaje biológico, aún en fase experimental, emplea enzimas o microorganismos (como la PETasa) para degradar plásticos bajo condiciones suaves, y representa una alternativa emergente con gran potencial futuro.

El modelo metodológico del proyecto contempla ocho fases encadenadas: recolección, almacenamiento, selección, lavado, secado y triturado, extrusión y moldeo, control de calidad y producto terminado. La recolección se realiza a través de familias recicladoras, campañas comunitarias y puntos de acopio, promoviendo inclusión social y fortalecimiento de capacidades. El almacenamiento ordenado facilita la trazabilidad y planificación logística del procesamiento. La selección del plástico es crítica, ya que se clasifican por tipo de resina, color y grado de contaminación, descartando materiales no aptos para su redirección a otros usos secundarios.

El lavado es una etapa clave que elimina impurezas físicas y químicas que podrían afectar la fusión y calidad del producto. Posteriormente, el secado y triturado garantizan un material homogéneo y manipulable, ideal para el proceso térmico de extrusión. En esta fase, el plástico se funde y se moldea en piezas como ladrillos o postaduras, dependiendo de los moldes y necesidades del mercado. Finalmente, el control de calidad verifica la resistencia, uniformidad y funcionalidad del producto, asegurando su competitividad frente a materiales convencionales. Los productos no conformes pueden ser reprocesados o destinados a aplicaciones con menores

exigencias técnicas, en línea con la lógica de aprovechamiento máximo de la economía circular.

**Palabras clave:** Reciclaje, economía circular, residuos plásticos, sostenibilidad, Gestión de residuos.

## ABSTRACT

In this research proposal we presents the design and implementation of a comprehensive recycling model for post-consumer plastics, geared toward the production of sustainable materials such as plastic bricks and agricultural waste. This initiative is framed within the principles of the circular economy, aiming to mitigate environmental impacts, generate social inclusion, and foster sustainable development in urban and rural contexts.

The approach is based on the recognition of the growing accumulation of single-use plastics, a problem exacerbated by limited waste management infrastructure and a lack of public awareness about source separation. In response, the project seeks to transform waste into valuable resources through a standardized technical process that enables its efficient utilization. Objectives include environmental impact analysis, production process design, engagement with recyclers and institutional stakeholders, and sustainability impact assessment.

From a technical perspective, plastic waste is classified as thermosetting and thermoplastic. Only the latter are recyclable, categorized into seven types according to the Resin Identification Code (RIC). The most common in industrial processes are PET, HDPE, LDPE, PP, and PS. The main generating sources include the packaging (responsible for almost 40% of global plastic consumption), construction, the textile industry, agriculture, automotive, and electronics. These industries contribute significantly to plastic pollution, both land-based and marine.

The environmental impact of plastics is broad and severe. In the oceans, they threaten more than 800 marine species, while in soils, they affect microbial structure, reduce agricultural fertility, and release greenhouse gases such as methane and ethylene. Furthermore, the presence of microplastics in water, food, and living organisms represents an emerging risk to public health.

Regarding recycling methods, the project explores three approaches: mechanical, chemical, and biological. Mechanical recycling, the most common method, involves crushing, washing, and regranulation. It is efficient for homogeneous polymers such as PET and HDPE, but is limited in its ability to maintain physical properties after multiple cycles. Chemical recycling allows the recovery of original monomers through pyrolysis, gasification, or depolymerization, and is more efficient but requires greater energy and technology. Biological recycling, still in its experimental phase,

uses enzymes or microorganisms (such as PETase) to degrade plastics under mild conditions and represents an emerging alternative with great future potential.

The project's methodological model includes eight linked phases: collection, storage, sorting, washing, drying and crushing, extrusion and molding, quality control, and the finished product. Collection is carried out through recycling families, community campaigns, and collection points, promoting social inclusion and capacity building. Orderly storage facilitates traceability and logistical planning of processing. The selection of plastics is critical, as they are classified by resin type, color, and degree of contamination, discarding materials unsuitable for redirection to other secondary uses.

Washing is a key step that removes physical and chemical impurities that could affect the melting and quality of the product. Subsequently, drying and grinding ensure a homogeneous and manageable material, ideal for the thermal extrusion process. In this phase, the plastic is melted and molded into pieces such as bricks or molds, depending on the molds and market needs. Finally, quality control verifies the product's strength, uniformity, and functionality, ensuring its competitiveness compared to conventional materials. Non-compliant products can be reprocessed or repurposed for applications with lower technical demands, in line with the logic of maximizing the use of the circular economy.

**Key Words:** Recycling, Circular economy, Plastic waste, Sustainability, Waste management.

## REFERENCIAS

1. Borrelle, S. B., et al. (2020). *Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution*. *Science*, 369(6510), 1515-1518.
2. Jehanno, C., Pérez-Madrigal, M. M., Demarteau, J., Ruipérez, F., & Sardon, H. (2022). Organocatalysis for depolymerization. *Chemical Reviews*, 122(3), 2482–2543.
3. Lopez, G., Artetxe, M., Amutio, M., Bilbao, J., & Olazar, M. (2022). Recent advances in the gasification of waste plastics. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 154, 111843.
4. Rillig, M. C., & Lehmann, A. (2020). *Microplastic in terrestrial ecosystems*. *Science*, 368(6498), 1430–1431.
5. Royer, S. J., Ferrón, S., Wilson, S. T., & Karl, D. M. (2021). Production of methane and ethylene from plastic in the environment. *Environmental Science & Technology Letters*, 8(6), 469–474.
6. Tang, Y., Cai, Y., Zhang, H., Chen, Y., & Wang, Z. (2021). Innovations in recycling technology of plastics waste: Review and future prospects. *Environmental Research*, 201.

7. Walker, T. R., et al. (2022). Plastic waste recycling: A review of technological, economic, and environmental perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153, 111710.
8. Wei, R., Tiso, T., Bertling, J., O'Connor, K., Blank, L. M., & Bornscheuer, U. T. (2021). Possibilities and limitations of biotechnological plastic degradation and recycling. *Nature Catalysis*, 4(11), 986–1000.
9. Zhu, J., Yu, S., Duan, Y., & Xu, Z. (2022). Advances in recycling of waste plastics: A review. *Waste Management*, 142, 28–41.