

Gestión sostenible de residuos plásticos domésticos en la parroquia El Guayacán, cantón Quevedo

Sustainable domestic plastic waste management in El Guayacán Parish, Quevedo Canton

Carlos Alberto, Nieto-Cañarte¹  ; Segundo Manuel, Shagñay-Rea² ; Carmen Alexandra, Sinchi-Rivas² ; Carlos Vinicio, Sanabria-Yepes³ ; Pedro Harrys, Lozano-Mendoza¹ 

(1) Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Ecuador.

(2) Universidad Estatal Península de Santa Elena, Santa Elena, Ecuador.

(3) Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, Ecuador.

Resumen

Los residuos sólidos plásticos se han constituido en una preocupación grave y un problema ambiental de interés social. Actualmente, se considera uno de los temas fundamentales en la sostenibilidad ambiental del planeta. El presente proyecto de investigación tiene como objetivo investigar lo relacionado al proceso del plástico polietileno de alta densidad (HDPE2), las tecnologías utilizadas para su reciclaje y los factores referidos a su entorno como los usos en la industria, se aplicó la investigación diagnóstica que nos permitiría saber lo que está pasando en una determinada representación de la realidad denominada situación. Para el desarrollo de la investigación se realizó una revisión teórica del tema utilizando una metodología con diseño experimental exploratoria, además de la aplicación de métodos cuantitativos, cualitativos, analítico e inductivo. Este método permitió analizar la viabilidad económica, ambiental y social de los residuos sólidos plásticos para comercializarlo como materias primas en la elaboración de nuevos productos a menor costo. Después de los análisis de datos obtenidos por las encuestas, entrevistas y plan piloto aplicado en la parroquia "El Guayacán" se determinó que el proyecto es económico, ambiental y comercialmente viable para la creación de una empresa de productos plásticos que aproveche los residuos generados.

Palabras claves: residuos sólidos, plásticos, polietileno de alta densidad.

Abstract

Plastic solid waste has become a serious environmental concern and a matter of social interest. It is currently regarded as one of the key issues in global environmental sustainability. This research project aims to explore the processing of high-density polyethylene (HDPE2) plastic, the technologies employed in its recycling, and the broader factors influencing its use within the industry. A diagnostic research approach was applied, allowing for an assessment of the current reality regarding plastic waste management. To conduct this study, a theoretical review of the subject was undertaken using an exploratory experimental design, incorporating quantitative, qualitative, analytical, and inductive methods. This methodological framework facilitated an economic, environmental, and social feasibility analysis of plastic waste, assessing its potential for commercialisation as raw material in the production of new, cost-effective products. Following data analysis from surveys, interviews, and a pilot plan carried out in El Guayacán Parish, the study concluded that the project is economically, environmentally, and commercially viable for the establishment of a plastic products company that effectively utilises generated waste.

Keywords: solid waste, plastics, high-density polyethylene.

Recibido/Received	03-04-2025	Aprobado/Approved	20-05-2025	Publicado/Published	21-05-2025
-------------------	------------	-------------------	------------	---------------------	------------

Introducción

La gestión de residuos plásticos, un problema global que ha escalado exponencialmente desde mediados del siglo XX, constituye un desafío ambiental, económico y social de proporciones considerables. La proliferación del plástico, un material ubicuo y útil en la vida moderna, ha generado una acumulación sin precedentes de desechos en ecosistemas terrestres y acuáticos (Al-Khoeriyah & Sembiring, 2024; ONU Programa Ambiente, 2021). Este fenómeno no solo compromete la integridad de los hábitats naturales y la biodiversidad, sino que también incide directamente en la salud humana a través de la cadena alimentaria y la exposición a microplásticos (Vázquez et al., 2018). La urgencia de abordar esta crisis ha impulsado a la comunidad científica, los responsables de la formulación de políticas y la sociedad en general a buscar soluciones innovadoras y sostenibles para mitigar el impacto negativo de los residuos plásticos.

En Ecuador, la industrialización y el consumo de plásticos han experimentado un crecimiento sostenido desde la década de los setenta, marcando un hito en la expansión de la producción y transformación de materiales plásticos a gran escala (González Ruiz & Mayorga Zambrano, 2017; Hachi Quintana & Rodríguez Mejía, 2010). Este auge industrial, si bien ha contribuido al desarrollo económico, ha acarreado consigo una significativa acumulación de residuos plásticos en zonas urbanas, rurales y, de manera alarmante, en los ecosistemas acuáticos del país (Morán, 2020). La magnitud de este problema se evidencia en la estimación de más de 260.000 toneladas anuales de plásticos de un solo uso en Ecuador, una cifra que resalta la imperiosa necesidad de una gestión más eficiente y responsable (Morán, 2020). La pandemia de COVID-19 exacerbó esta tendencia, incrementando aún más la generación de residuos plásticos, especialmente aquellos de un solo uso, lo que puso de manifiesto la vulnerabilidad de los sistemas de gestión de residuos existentes ante eventos de gran escala (Anwar et al., 2024).

El cantón Quevedo, en particular, refleja de manera palpable las complejidades asociadas a la proliferación de plásticos. El dinamismo comercial y la creciente industrialización local han propiciado un incremento sustancial en la producción y el consumo de plásticos de un solo uso. La gestión inadecuada de estos residuos plásticos ha provocado una serie de problemas ambientales que afectan gravemente tanto los cuerpos de agua como la rica biodiversidad del ecosistema local (Lozano-Mendoza et al., 2024). La Asociación Ecuatoriana de Plásticos (Aseplas) ha documentado un aumento considerable en la cantidad de plásticos desechados en los últimos años, lo que resalta la urgencia de implementar estrategias de manejo más robustas y efectivas.

La problemática de los residuos plásticos en Quevedo no se limita únicamente a su generación, sino que se ve agravada por una gestión ineficiente a lo largo de todo el ciclo de vida del material. La ausencia de procesos adecuados para la clasificación de residuos en la fuente y la carencia de sistemas eficientes de recolección y transporte han derivado en una alarmante acumulación de plásticos en espacios públicos, mercados y sistemas de alcantarillado (Echendu, 2023; Okotto-Okotto et al., 2024). Esta acumulación no solo desfigura el paisaje urbano y natural, sino que también incrementa los riesgos de contaminación ambiental, obstrucción de infraestructuras de drenaje y la proliferación de vectores de enfermedades, generando así serios problemas de salud pública (Sangkachai et al., 2024). La interrelación entre la actividad humana y el medio ambiente ha generado una creciente preocupación en los ámbitos empresarial y social, lo que ha impulsado la búsqueda de métodos innovadores para la conservación ambiental (Javed et al., 2021).

Aquí se aborda la problemática de la gestión de residuos plásticos domésticos en la parroquia El Guayacán, cantón Quevedo. El estudio busca analizar la viabilidad de un modelo sostenible para el manejo de estos residuos, evaluando sus impactos ambientales, económicos y sociales, en concordancia con los principios de gestión adecuada para su tratamiento y valorización (Idrovo Hurel & Morán Herrera, 2025; Oladipupo et al., 2024).

Actualmente, la gestión de residuos plásticos en Quevedo es deficiente, lo que repercute negativamente en el entorno urbano y ecológico, afectando la calidad de vida de sus habitantes y la

salud de los ecosistemas. Por ello, se plantea la implementación de estrategias que no solo contribuyan a la mitigación de la contaminación, sino que también generen oportunidades económicas mediante la valorización de los residuos plásticos, transformándolos en recursos aprovechables (Rivas-Cantos et al., 2024). De esta manera, se busca promover un modelo de gestión más sostenible y circular.

Este enfoque se alinea con el imperativo de la ecoeficiencia, un concepto fundamental que se materializa a través de la clasificación y separación de plásticos en la fuente. Esta práctica es crucial para la optimización de los procesos de reciclaje, dado que permite la segregación precisa de los diversos tipos de polímeros, facilitando así su procesamiento ulterior y elevando la eficiencia global del sistema de gestión de residuos (Hidalgo Loaiza, 2012).

El impacto ambiental de los residuos sólidos, en particular los plásticos, se manifiesta en múltiples dimensiones, abarcando desde la degradación paisajística y la alteración de los ecosistemas hasta la liberación de sustancias tóxicas y el consiguiente agotamiento de los recursos naturales. En este contexto, la ecoeficiencia emerge como un paradigma estratégico que procura la maximización del valor derivado de productos y servicios, concomitantemente con la minimización de los efectos ambientales adversos. Esta perspectiva integra de manera inherente consideraciones tanto económicas como ecológicas en la toma de decisiones, impulsando así el cumplimiento de las normativas legales y políticas públicas que rigen el manejo de residuos plásticos. De este modo, se propicia un modelo de desarrollo más sostenible (Lu et al., 2024; Vorobeva et al., 2023; ONU Programa Ambiente, 2021), donde los residuos son reconfigurados como recursos intrínsecamente valiosos, susceptibles de reincorporación al ciclo productivo (Ramachandra et al., 2015).

Aunado a lo anterior, resulta imperativo promover estrategias de sensibilización y educación ambiental que fomenten una comprensión profunda de la problemática y motiven un cambio de comportamiento. Paralelamente, es esencial catalizar la transición de un modelo lineal de "producir, usar y desechar" hacia un modelo circular, el cual se complementa con la implementación de tecnologías innovadoras para el tratamiento y la valorización de plásticos (Antriyandarti et al., 2023; Owusu-Twum et al., 2022; Urrútia & Bonfill, 2010).

Materiales y métodos

El diseño metodológico se orientó a diagnosticar la condición actual del reciclaje de plástico en la parroquia El Guayacán. Para ello, se empleó un enfoque de investigación descriptiva, de campo cuali-cuantitativo, que incluyó la recopilación de datos primarios a través de entrevistas y observación directa.

Investigación de campo de la condición de reciclado de plástico en la parroquia El Guayacán

Se realizaron entrevistas semiestructuradas a funcionarios clave del área de Gestión Ambiental del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del cantón Quevedo, así como a representantes de empresas privadas vinculadas al reciclaje, la legislación ambiental y la gestión de residuos. Estas entrevistas permitieron recabar información cualitativa sobre las políticas, prácticas y desafíos existentes en la gestión de residuos plásticos.

Complementariamente, se llevó a cabo una observación directa de los métodos actuales de disposición de residuos sólidos plásticos en la ciudad de Quevedo. Esta observación sistemática abarcó las distintas fases del ciclo de vida de los residuos: generación, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento y disposición final. El objetivo fue evaluar la adecuación y eficiencia del sistema de recolección de residuos sólidos plásticos en la parroquia El Guayacán, particularmente en lo que respecta a la cultura ambiental y el manejo de residuos plásticos en los hogares.

Instrumento de recolección de datos

La encuesta se administró con el objetivo de cuantificar el conocimiento de los habitantes de la parroquia El Guayacán en Quevedo, específicamente en lo concerniente al consumo de envases de HDPE

2 y su potencial valor de canje. La población de estudio estuvo constituida por los residentes de esta parroquia, focalizándose la aplicación en su primera etapa mediante un muestreo aleatorio.

Para la ejecución de la encuesta, se siguieron pautas metodológicas rigurosas. Inicialmente, se explicó a los participantes los objetivos y la metodología del estudio para asegurar su comprensión y consentimiento informado. Posteriormente, se formularon preguntas pertinentes que abarcaban el consumo, manejo y reciclaje de plásticos en el entorno doméstico. La información recopilada se analizó empleando la metodología de Likert, lo que permitió una evaluación estructurada de las percepciones y actitudes. Adicionalmente, se realizó un análisis de los precios de los envases de HDPE 2 post-consumo mediante consultas directas a recicladoras operativas en la ciudad, proporcionando una perspectiva de mercado sobre el valor de estos materiales.

Población y muestra

La evaluación del nivel de conocimiento y la cultura ambiental de los residentes de la Primera Etapa de la parroquia El Guayacán se llevó a cabo mediante la aplicación de una encuesta distribuida vía Google Forms. La población de estudio estuvo constituida por 98 habitantes de esta zona. Para asegurar la validez estadística de los hallazgos, se seleccionó una muestra representativa calculada rigurosamente a partir de la ecuación de tamaño de la muestra pertinente.

$$m = \frac{N}{(N - 1) * K^2 + 1}$$

m= muestra

N= Población o universo

K= margen de error (10%) para la fórmula, el porcentaje a usar debe ser expresado en decimales.

Cuantificación de generación de residuos plásticos por hogar

Con el fin de estimar la generación de residuos plásticos por hogar, se implementó un plan piloto que consistió en el muestreo de 10 hogares. Durante un período de un mes, estos hogares recolectaron sus residuos plásticos domiciliarios. Los datos obtenidos, que incluyeron el número de hogares, el número de semanas y el peso de los residuos en kilogramos, se registraron en una hoja de cálculo Excel. Esta información permitió calcular la producción promedio de residuos plásticos por hogar, proporcionando una base cuantitativa para el análisis.

Se elaboró un flujo de caja para evaluar la posible rentabilidad de una empresa que aproveche los residuos sólidos plásticos para materia prima en la elaboración de nuevos productos.

Análisis de los datos

La tabulación de los resultados de las encuestas, el análisis estadístico y el cálculo de la generación de residuos plásticos por hogar se realizaron utilizando Microsoft Excel. Además, se emplearon softwares especializados como ArcGIS para la elaboración de mapas de localización y del área de estudio. Para el análisis estadístico más avanzado, se utilizó R, un entorno y lenguaje de programación enfocado en el análisis estadístico, complementado por RStudio, su entorno de desarrollo integrado (IDE), que facilita la computación estadística y la creación de gráficos.

Resultados

Diagnostico del reciclado de plástico en la parroquia El Guayacán

Según el Director del Departamento de Gestión Ambiental e Higiene del GAD Municipal del cantón Quevedo, la administración de residuos sólidos urbanos se lleva a cabo mediante un convenio con la empresa privada INGENIO, responsable de la recolección, el barrido y la limpieza de vías públicas. No obstante, una deficiencia crítica del sistema radica en la ausencia de un mecanismo de clasificación

en la fuente, lo que conlleva a una recolección indiferenciada y limita la eficiencia del aprovechamiento de materiales reciclables. El costo de este servicio para el municipio asciende a 245.905,82 USD mensuales, con una tarifa de 58,60 USD por tonelada recolectada.

El análisis de la cuantificación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) en 2020 evidenció una generación anual de 59.155,46 toneladas, lo que refleja la magnitud del problema en el cantón. Las rutas de recolección, que incluyen la parroquia El Guayacán, operan en turnos diurnos y nocturnos; sin embargo, la falta de separación en origen provoca la mezcla de plásticos con otros residuos, dificultando su posterior valorización y reciclaje.

Por otro lado, el botadero municipal no dispone de un sistema de clasificación en la recepción de materiales, a pesar de la existencia de 20 centros de acopio y recicladoras distribuidos en diversas parroquias de Quevedo. Esta deficiencia responde a la carencia de una infraestructura de recolección selectiva a nivel municipal, lo que restringe la capacidad de interceptar y procesar un mayor volumen de plásticos reciclables.

Las entrevistas realizadas a los propietarios de las recicladoras MM y Keylita, ubicadas en las parroquias Viva Alfaro y 7 de Octubre, permitieron caracterizar la dinámica del mercado de plásticos reciclables, particularmente del Polietileno de Alta Densidad (HDPE2). Ambas recicladoras implementan procesos de clasificación por sección y comercializan el HDPE2 a un precio de 0,15 USD por kilogramo, sin aplicar tratamientos previos al material. Los registros de recolección mensual indican un volumen significativo: la Recicladora MM promedió 635,83 kg/mes, mientras que la Recicladora Keylita recolectó 450,00 kg/mes de HDPE2.

Si bien este comercio opera en gran medida de manera informal, desempeña un papel fundamental en la reducción de la contaminación plástica en la ciudad. Para numerosos sectores de bajos recursos, la recolección de estos materiales en hogares y espacios públicos representa una fuente de ingresos, además de contribuir activamente al proceso de reciclaje. No obstante, la eficiencia de este circuito podría optimizarse sustancialmente mediante la implementación de un sistema municipal de recolección y clasificación de residuos plásticos, lo que permitiría mejorar la gestión integral de los residuos y fomentar un modelo de economía circular.

Cultura ambiental respecto al manejo de residuos plásticos en los hogares

Los resultados de la encuesta aplicada a los habitantes de la parroquia El Guayacán, con el propósito de evaluar su conocimiento y percepción sobre los residuos sólidos plásticos, revelan una conciencia ambiental generalmente elevada (Tabla 1). En la categoría de Conocimientos básicos, un abrumador 96,94% de los encuestados reconoce la afectación de los residuos plásticos sobre el ambiente, lo cual indica un alto nivel de sensibilización sobre el impacto ecológico de este material. No obstante, existe una discrepancia con las prácticas de consumo, dado que el 74,49% consume productos envasados en plástico con mucha frecuencia. A pesar de esto, una mayoría significativa (77,55%) conoce prácticas para disminuir la generación de residuos plásticos en el hogar, y un 79,59% sabe cómo reutilizar el plástico HDPE2, sugiriendo una base de conocimiento sobre el manejo de este tipo de residuos.

En cuanto a los Beneficios ambientales y los Conocimientos ambientales, la encuesta estimó que el 81,63% de los participantes está al tanto de los beneficios económicos y ambientales del reciclaje. Sin embargo, esta comprensión no se traduce consistentemente en la acción, ya que solo el 54,08% aplica el reciclaje de plásticos en su hogar. Un hallazgo relevante es que el 85,71% de los encuestados afirma que hay contenedores específicos para reciclaje cerca de su domicilio, y el 77,55% clasifica los residuos que genera en su hogar, lo que sugiere una infraestructura básica y una intención de segregación, a pesar de que la recolección municipal no la integre. Es alentador observar que el 89,80% declara no arrojar basura a la calle, indicando una conciencia cívica sobre la disposición adecuada. Adicionalmente, el 74,49% comprende que la disminución de residuos plásticos reduce la contaminación por CO₂, y un 82,65%

percibe que la parroquia El Guayacán cuenta con contenedores para la clasificación de residuos, aunque la realidad operativa difiera. Finalmente, en la categoría de Contribución ambiental, el 88,78% de los encuestados manifestó su disposición a comprar productos elaborados a partir de plástico reciclado, lo que representa un indicador positivo para el desarrollo de una economía circular local. No obstante, solo el 63,27% utiliza con frecuencia productos biodegradables o conoce empresas ecuatorianas que reciclen plástico como materia prima, lo que evidencia áreas de oportunidad para la educación y el fomento de mercados sostenibles.

Tabla 1. Encuesta sobre los residuos sólidos plásticos para medir los conocimientos de los habitantes de la Parroquia El Guayacán del cantón Quevedo

Pregunta		Si		No	
		Frecuencia	%	Frecuencia	%
Conocimiento básicos	¿Conoces la afectación de los residuos plásticos sobre el ambiente?	95	96,94	3	3,06
	¿Consumes muy a menudo productos envasados en plástico?	73	74,49	25	25,51
	¿Conoces prácticas que ayuden a disminuir la generación de residuos plásticos en el hogar?	76	77,55	22	22,45
	¿Sabes de qué forma se puede reutilizar el plástico HDPE2?	78	79,59	20	20,41
Beneficios ambientales	¿Tiene conocimiento de los beneficios económicos y ambientales del reciclaje?	80	81,63	18	18,37
	¿Aplica el reciclaje de plásticos en su hogar?	53	54,08	45	45,92
	¿Cerca de su domicilio hay contenedores específicos para reciclar vidrio, papel y cartón, plástico, pilas?	84	85,71	14	14,29
	¿En su hogar aplican la clasificación de los residuos que generan?	76	77,55	22	22,45
	¿Arroja basura a la calle?	88	89,80	10	10,20
Conocimientos ambientales	¿Sabe usted que la disminución en la generación de residuos plásticos reduce la contaminación por CO2?	73	74,49	25	25,51
	¿La parroquia “El Guayacán” cuenta con contenedores para la clasificación de residuos?	81	82,65	17	17,35
	¿Conoce usted cuáles son los productos con plástico HDPE2?	80	81,63	18	18,37
Contribución ambiental	¿Utiliza con frecuencia productos biodegradables?	62	63,27	36	36,73
	¿Conoce alguna empresa ecuatoriana que recicle plástico como materia prima?	62	63,27	36	36,73
	¿Compraría usted productos elaborados a partir de plástico reciclado?	87	88,78	11	11,22

Análisis de correlación y pruebas de hipótesis (RStudio)

El análisis estadístico se centró en evaluar la relación entre el conocimiento y la cultura ambiental de los habitantes de la parroquia El Guayacán, empleando pruebas de correlación y Chi-cuadrado. Las hipótesis nula (H_0) y alternativa (H_1) se formularon como:

H_0 : El conocimiento no se relaciona significativamente con la cultura ambiental.

H_1 : El conocimiento se relaciona significativamente con la cultura ambiental.

En la primera evaluación, la correlación entre la pregunta 1 (conocimiento sobre la afectación de los residuos plásticos) y la pregunta 3 (aplicación de buenas prácticas en el hogar) arrojó un coeficiente de $r=0,2101847$, indicando una correlación positiva baja. Este resultado sugiere que el conocimiento sobre el impacto de los plásticos no necesariamente se traduce en la implementación de buenas prácticas domésticas. Una posterior prueba de chi-cuadrado confirmó esta inferencia, con un p-valor de 0,09734. Dado que este p-valor es superior al nivel de significancia convencional ($\alpha=0,05$), se acepta la

hipótesis nula (H_0), lo que valida la ausencia de una dependencia estadística significativa entre el conocimiento y la aplicación de buenas prácticas en el hogar.

Posteriormente, se examinó la relación entre la aplicación del reciclaje en los hogares (pregunta 2 de la sección 2) y la clasificación de residuos en el hogar (pregunta 4 de la sección 2). El coeficiente de correlación obtenido fue de $r=0,5041127$, lo que denota una correlación positiva moderada. Este hallazgo sugiere que un porcentaje considerable de los encuestados que declaran reciclar en sus hogares también afirma clasificar sus residuos. La prueba de chi-cuadrado para esta relación produjo un p-valor de $2,775e-07$. Al ser este p-valor considerablemente inferior a $\alpha=0,05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0), confirmando una dependencia significativa y estadísticamente robusta entre la aplicación del reciclaje y la clasificación de residuos en el ámbito doméstico.

Finalmente, se investigó la correlación entre el conocimiento de la afectación de los residuos plásticos (pregunta 1 de la sección 1) y la cultura ambiental (pregunta 5 de la sección 2, que aborda la disposición de arrojar basura a la calle). El análisis de correlación resultó en un coeficiente de $r=-0,120534$, lo que indica una correlación negativa baja. Este valor sugiere que el conocimiento sobre el impacto de los plásticos no ejerce una influencia significativa en la cultura ambiental, particularmente en la práctica de no arrojar basura a las calles. Esta observación se respalda con un p-valor de $0,733$ obtenido de la prueba de Chi-cuadrado, que al ser superior a $\alpha=0,05$, lleva a la aceptación de la hipótesis nula (H_0), confirmando que no existe una dependencia estadísticamente significativa entre el conocimiento sobre la afectación de los plásticos y el comportamiento de arrojar basura en la vía pública, a pesar de que un alto porcentaje de encuestados manifestara conocer el impacto de los plásticos.

Adicionalmente, se evaluó la relación entre la frecuencia de utilización de productos biodegradables (pregunta 1 de la sección 5) y la aceptación de productos elaborados a partir de plásticos reciclados (pregunta 3 de la sección 5). La correlación entre estas variables fue de $r=0,08825359$, lo que indica una correlación positiva baja. Este resultado sugiere que la propensión a no consumir productos biodegradables no implica necesariamente un rechazo a la compra de productos reciclados. La prueba de Chi-cuadrado reforzó esta conclusión con un p-valor de $0,5722$, lo que, al ser superior a $\alpha=0,05$, condujo a la aceptación de la hipótesis nula (H_0), confirmando que no existe una dependencia significativa entre la frecuencia de uso de productos biodegradables y la aceptación de productos elaborados con plásticos reciclados.

Generación de plásticos por hogar

Los datos derivados del plan piloto para el cálculo de la generación de plásticos por hogar en la parroquia El Guayacán revelaron un promedio de $2,57$ kg por hogar a la semana. Este valor, obtenido de los 10 hogares muestreados, demuestra una coherencia con las cantidades de plásticos recolectados semanal y mensualmente por las recicladoras locales. La relación observada entre la generación doméstica y los volúmenes gestionados por las recicladoras es congruente con el limitado interés y conocimiento actual sobre el reciclaje de HDPE2, lo que sugiere que una porción significativa de estos residuos es interceptada por circuitos informales o llega directamente a estos centros de acopio, sin pasar por un sistema municipal de clasificación en la fuente.

Viabilidad económica, ambiental y comercial en el manejo ecoeficiente de residuos plástico procedentes de los hogares

Se elaboró un flujo de caja con el propósito de evaluar la viabilidad económica, ambiental y comercial de implementar un manejo ecoeficiente de residuos plásticos domésticos (Tabla 2). Este análisis financiero permitió determinar la rentabilidad potencial que una empresa recicladora de plástico podría alcanzar al transformar estos residuos en nuevos productos. La construcción del flujo de caja integró consideraciones sobre ingresos proyectados (derivados de la venta de productos reciclados),

costos operativos (incluyendo la adquisición de plásticos reutilizados, madera y gastos fijos como sueldos y salarios), para así ofrecer una perspectiva integral sobre la sostenibilidad de dicho modelo de negocio.

Tabla 2. Flujo de caja de una empresa recicladora de plástico para la elaboración de bancos

	0	1	2	3	4	5
Ingresos	90000		\$ 94.500,00	99225	104186,25	109395,5625
Cantidad	3000		3150	3307,5	3472,875	3646,51875
Precios	\$30,00		\$30,00	\$30,00	\$30,00	\$30,00
Costos		\$9.000,00	\$9.450,00	\$9.922,50	\$10.418,63	\$10.939,56
Plásticos reutilizados		\$6.000,00	\$6.300,00	\$6.615,00	\$6.945,75	\$7.293,04
Madera		\$3.000,00	\$3.150,00	\$3.307,50	\$3.472,88	\$3.646,52
Gastos fijos		\$62.535,84	\$64.288,06	\$66.091,51	\$67.947,71	\$69.858,22
Sueldos y salarios		\$56.655,84	\$58.349,85	\$60.094,51	\$61.891,34	\$63.741,89
Alquiler		\$3.000,00	\$3.029,70	\$3.059,69	\$3.089,99	\$3.120,58
Servicios Básicos		\$1.080,00	\$1.090,69	\$1.101,49	\$1.112,39	\$1.123,41
Suministros de oficina		\$360,00	\$363,56	\$367,16	\$370,80	\$374,47
Mantenimiento		\$1.200,00	\$1.211,88	\$1.223,88	\$1.235,99	\$1.248,23
Publicidad		\$240,00	\$242,38	\$244,78	\$247,20	\$249,65
Pago de intereses		\$4.154,33	\$3.555,23	\$2.833,48	\$1.963,97	\$916,44
Depreciación		\$2.943,20	\$2.943,20	\$2.943,20	\$2.943,20	\$2.943,20
Flujo antes de participación de trabajadores		\$11.366,63	\$14.263,50	\$17.434,31	\$20.912,75	\$24.738,15
(-) Participación de trabajadores		\$1.704,99	\$2.139,53	\$2.615,15	\$3.136,91	\$3.710,72
Flujo antes de impuestos		\$9.661,63	\$12.123,98	\$14.819,16	\$17.775,84	\$21.027,43
(-) Impuesto a la renta		\$2.125,56	\$2.667,28	\$3.260,22	\$3.910,68	\$4.626,03
Flujo después de impuestos		\$7.536,07	\$9.456,70	\$11.558,95	\$13.865,15	\$16.401,39
(+) Depreciaciones		\$2.943,20	\$2.943,20	\$2.943,20	\$2.943,20	\$2.943,20
(-) Pago capital préstamo		\$2.926,36	\$3.525,46	\$4.247,21	\$5.116,72	\$6.164,25
Inversión	\$-21.980,00					
Flujo de efectivo neto	\$-21.980,00	\$7.552,92	\$8.874,45	\$10.254,94	\$11.691,63	\$13.180,34
Flujo de efectivo acumulado		\$7.552,92	\$16.427,36	\$26.682,30	\$38.373,93	\$51.554,27

La evaluación de la viabilidad económica del proyecto de gestión ecoeficiente de residuos plásticos domésticos se realizó mediante el cálculo de indicadores financieros clave. El análisis reveló una sólida factibilidad económica para la iniciativa propuesta.

Considerando una tasa de descuento del 8%, el Valor Actual Neto (VAN) calculado fue de \$18.326,56. Dado que este valor es positivo y superior a cero, se concluye que el proyecto es económicamente viable y generaría valor para el inversionista. Además, la Tasa Interna de Retorno (TIR) obtenida fue del 33%, lo que representa un margen sustancialmente superior a la tasa de descuento establecida, superándola en un 25%. Esta elevada TIR constituye un fuerte incentivo para la ejecución del proyecto. Esta rentabilidad se justifica no solo por los flujos de caja esperados, sino también por el contexto de una creciente cultura ambiental, donde los consumidores están adoptando nuevos hábitos y demandan productos con un menor impacto ambiental, lo que genera un mercado favorable para las iniciativas de reciclaje y valorización de residuos plásticos.

Discusión

El diagnóstico del sistema de recolección de residuos actual en el cantón Quevedo revela una dicotomía fundamental entre las prácticas existentes y las necesidades de una gestión sostenible de residuos plásticos. Si bien la propuesta inicial contemplaba la creación de un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) y la regeneración de zonas con acumulación, los resultados obtenidos en este estudio sugieren una reorientación prioritaria. La ausencia de grandes áreas urbanas con acumulación significativa de RSU en Quevedo, según lo observado, desplaza el foco hacia la implementación de un sistema de gestión de residuos sólidos que permita el aprovechamiento del plástico. Esta aproximación no solo facilitaría la transformación de los plásticos en materia prima para la elaboración de nuevos productos (Rivas-Cantos et al., 2024; González Ruiz & Mayorga Zambrano, 2017), sino que también contribuiría directamente a la reducción de las toneladas mensuales de residuos destinadas al botadero municipal, un aspecto crítico dada la constante generación de RSU (59.155,46 toneladas en 2020). La falta de clasificación en la fuente y la subsiguiente mezcla de residuos en el sistema de recolección actual, gestionado por la empresa INGENIO, representa un obstáculo significativo para la valorización de estos materiales. Esta situación concuerda con las problemáticas identificadas en otras urbes donde la gestión ineficiente de residuos plásticos genera impactos ambientales severos (Echendu, 2023; Okotto-Okotto et al., 2024). Por tanto, la transición hacia un modelo que priorice la separación y el reciclaje no solo es deseable, sino imperativa para mitigar la contaminación y fomentar una economía circular.

Los hallazgos de la encuesta, aunque revelan un alto conocimiento por parte de la población sobre la afectación ambiental de los plásticos (96,94%) y los beneficios del reciclaje (81,63%), también exponen una brecha significativa entre el conocimiento y la acción. La correlación positiva baja ($r=0,2101847$) entre el conocimiento del impacto de los plásticos y la aplicación de buenas prácticas en el hogar, validada por un p-valor no significativo (0,09734), sugiere que la sensibilización por sí sola no es suficiente para impulsar cambios de comportamiento. A pesar de que el 77,55% de los encuestados clasifica sus residuos y un 85,71% percibe la existencia de contenedores cercanos para reciclaje, la baja tasa de aplicación del reciclaje domiciliario (54,08%) y la persistencia de prácticas como arrojar basura a las calles (10,20% lo reconoce) evidencian la necesidad de ir más allá de las campañas pedagógicas. Este fenómeno resalta la complejidad de la cultura ambiental, donde múltiples factores, más allá del mero conocimiento, influyen en la adopción de prácticas sostenibles. La política pública, por ende, no puede limitarse a la voluntariedad del consumidor; debe concebirse como un proceso adaptativo que reconozca la sociedad como un sistema complejo y dinámico, donde las propuestas deben integrar las perspectivas de todos los actores y no solo aquellas que minimizan la problemática a la responsabilidad individual. La conciencia, que trasciende el conocimiento, es el verdadero motor para la cultura ambiental (Idrovo Hurel & Morán Herrera, 2025; Oladipupo et al., 2024).

El crecimiento del sector manufacturero en Ecuador, especialmente en el subsector de productos plásticos, subraya la relevancia de comprender los factores que influyen en su desarrollo sostenible. La literatura indica que el medio ambiente y los aspectos económicos del país inciden directamente en el crecimiento económico de las empresas (Javed et al., 2021). En este contexto, la viabilidad económica del reciclaje de plásticos se presenta como una oportunidad prometedora. El análisis del flujo de caja en este estudio demuestra la factibilidad económica de una empresa recicladora, con un VAN positivo de \$18.326,56 y una TIR del 33%, superando significativamente la tasa de descuento del 8%. Esta robusta rentabilidad se alinea con la creciente cultura de aprovechamiento de desechos a nivel global, que cada día cobra más fuerza (Lu et al., 2024; Vorobeve et al., 2023). La disposición del 88,78% de los encuestados a comprar productos elaborados a partir de plástico reciclado genera un mercado potencial considerable, lo que valida la inversión en este tipo de emprendimientos. Aunque la inversión inicial puede ser significativa, el éxito proyectado se fundamenta en la creciente demanda de productos sostenibles y la revalorización de los residuos como materias primas (Ramachandra et al., 2015).

La gestión sostenible de residuos plásticos en la parroquia El Guayacán no puede depender únicamente de la sensibilización individual. Requiere un enfoque integral que transforme el sistema de recolección municipal, promueva la separación en la fuente y fomente la creación de un mercado robusto para los materiales reciclados. Los resultados de este estudio no solo confirman la alta generación de plásticos y la existencia de una infraestructura de reciclaje (aunque informal) en Quevedo, sino que también demuestran la viabilidad económica de proyectos de reciclaje. La clave reside en superar la brecha entre el conocimiento y la acción, y en construir políticas públicas adaptativas que involucren a todos los actores, desde el gobierno local hasta los ciudadanos y las empresas recicladoras, para capitalizar el potencial económico y ambiental de los residuos plásticos. Este enfoque sistémico es esencial para transitar hacia un modelo de economía circular que beneficie tanto al medio ambiente como a la comunidad.

Consideraciones Finales

La problemática de la gestión de residuos plásticos en la parroquia El Guayacán de Quevedo es un reflejo de desafíos más amplios que trascienden el ámbito local. Los hallazgos de este estudio subrayan la necesidad imperante de trascender las meras campañas de sensibilización para fomentar una verdadera cultura ambiental. A pesar de que la población muestra un conocimiento considerable sobre los impactos del plástico y los beneficios del reciclaje, esta conciencia no siempre se traduce en acciones concretas de separación en la fuente o en la adopción de prácticas de consumo más sostenibles. Ello sugiere que la solución a la acumulación de plásticos no reside únicamente en la educación individual, sino en la implementación de sistemas robustos y accesibles que faciliten a los ciudadanos la gestión adecuada de sus residuos. Es fundamental que las autoridades municipales y los actores privados colaboren para establecer infraestructuras de recolección diferenciada y centros de acopio que permitan la valorización efectiva de los plásticos, evitando su destino final en vertederos.

La viabilidad económica de transformar los residuos plásticos en recursos valiosos, como lo demuestra el análisis financiero de un proyecto de reciclaje, presenta una oportunidad significativa para Quevedo. La alta rentabilidad proyectada no solo incentiva la inversión en este tipo de iniciativas, sino que también se ve favorecida por una creciente demanda de productos sostenibles por parte de los consumidores. Sin embargo, para capitalizar plenamente este potencial, es crucial que las políticas públicas evolucionen hacia un enfoque más integral y adaptativo. Esto implica no solo la implementación de sistemas de gestión de residuos que promuevan la economía circular, sino también el fomento de mercados para los materiales reciclados y el apoyo a las empresas que operan en este sector. Solo a través de una colaboración multifacética entre la administración local, el sector privado y la ciudadanía se podrá lograr una gestión de residuos plásticos verdaderamente sostenible, que beneficie tanto al medio ambiente como al desarrollo socioeconómico de la comunidad.

Agradecimientos

A nuestras universidades.

Conflicto de intereses

No se reporta conflicto de intereses.

Referencias

- Al-Khoeriyah, Z. B., & Sembiring, E. (2024). Migration and accumulation patterns of plastic waste in the environment: A comprehensive simulation study. *Heliyon*, 10(16), e36502. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e36502>
- Antriyandarti, E., Barokah, U., Rahayu, W., Darsono, Marwanti, S., Ferichani, M., Ani,, S. W., Suprihatin, D. N., & Mulyawan, M. F. (2023). Woman and Urban Waste Management: A Case Study of

Nieto-Cañarte, C. A., Shagñay-Rea, S. M., Sinchi-Rivas, C. A., Sanabria-Yepez, C. V., & Lozano-Mendoza, P. H. (2025). Gestión sostenible de residuos plásticos domésticos en la parroquia El Guayacán, cantón Quevedo. *e-Revista Multidisciplinaria Del Saber*, 3, e-RMS02032025. <https://doi.org/10.61286/e-rms.v3i.180>

- Surakarta City. *Environment and Ecology Research*, 11(6), 1023–1038. <https://doi.org/10.13189/eer.2023.110613>
- Anwar, M. A., Suprihatin, Sasongko, N. A., Najib, M., & Pranoto, B. (2024). Challenges and prospects of multilayer plastic waste management in several countries: A systematic literature review. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 10(100911), 100911. <https://doi.org/10.1016/j.csee.2024.100911>
- Echendu, A. J. (2023). Flooding and Waste Disposal Practices of Urban Residents in Nigeria. *GeoHazards*, 4(4), 350–366. <https://doi.org/10.3390/geohazards4040020>
- González Ruiz, M. D. y Mayorga Zambrano, N. E. (2017). *Aprovechamiento y clasificación de Residuos Plásticos para la elaboración de materia prima Base*. [Tesis de grado de Ingeniería Química, Universidad de Guayaquil]. <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/20059>
- Hachi Quintana, J. G. & Rodríguez Mejía, J. D. (2010). *Estudio de factibilidad para reciclar envases plásticos de polietileno tereftalato (PET), en la ciudad de Guayaquil*. [Tesis de grado de Ingeniería Industrial, Universidad Politécnica Salesiana de Ecuador]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2450>
- Hidalgo Loaiza, H. S. (2012). *Diagnóstico del manejo de los residuos sólidos plásticos y de las actividades de reciclaje que se promueven en la ciudad de Puerto Montt y el análisis de una propuesta de segregación de residuos sólidos plásticos aplicable a una población de la ciudad*. ESCUELA DE [Tesis de grado de Ingeniero Civil, Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2012/bpmfcih632d/doc/bpmfcih632d.pdf>
- Idrovo Hurel, M. M., & Morán Herrera, A. A. (2025). Manejo de residuos y su repercusión en el entorno doméstico: Una revisión sistemática de literatura. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(1), 4863-4873. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16189
- Javed, A. R., Faheem, R., Asim, M., Baker, T., & Beg, M. O. (2021). A smartphone sensors-based personalized human activity recognition system for sustainable smart cities. *Sustainable Cities and Society*, 71(102970), 102970. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102970>
- Lozano-Mendoza, P. H., Nieto-Cañarte, C. A., Jiménez-Icaza, M. G., Vélez-Ruiz, M. C., Guamán-Sarango, V. M., & Álvarez-Pérez, S. E. (2024). Gestión ecoeficiente de residuos plásticos domiciliarios en la parroquia San Cristóbal, cantón Quevedo, Ecuador. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 7(3), e73225. <https://doi.org/10.34188/bjaerv7n3-102>
- Lu, S., Wang, F., & An, R. (2024). Willingness to Pay for Domestic Waste of Rural Households Under Low-Carbon Society Transition: A Case Study of Underdeveloped Mountainous Areas in Shaanxi, China. *Sustainability (Switzerland)*, 16(23). <https://doi.org/10.3390/su162310204>
- Morán, S. (2020). *Nada frena los plásticos de un solo uso: más de 260.000 toneladas al año en Ecuador*. <https://www.planv.com.ec/historias/sociedad/nada-frena-plasticos-un-solo-usomas-260000-toneladas-al-ano-ecuador>.
- Okotto-Okotto, J., Dzodzomenyo, M., Okotto, L., Shaw, P. J., Damkjaer, S., Myers-Hansen, G. A., Boafor, E. E., & Wright, J. (2024). Inter-observer reliability in transect-based observations of environmental waste in greater accra and kisumu: Implications for waste management. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 21(15), 9409–9424. <https://doi.org/10.1007/s13762-024-05625-5>
- Oladipupo, S. B., Ayanshola, A. M., Adeleye, A. T., & John, K. I. (2024). Assessment of plastic waste generation and management in residential locations, Ilorin, Nigeria: DPSIR analysis and circular

Nieto-Cañarte, C. A., Shagñay-Rea, S. M., Sinchi-Rivas, C. A., Sanabria-Yepez, C. V., & Lozano-Mendoza, P. H. (2025). Gestión sostenible de residuos plásticos domésticos en la parroquia El Guayacán, cantón Quevedo. *e-Revista Multidisciplinaria Del Saber*, 3, e-RMS02032025. <https://doi.org/10.61286/e-rms.v3i.180>

economy pathway. *Journal of Umm Al-Qura University for Applied Sciences*, 10(4), 624–639. <https://doi.org/10.1007/s43994-024-00130-4>

ONU Programa Ambiente. (2021). *Informe de la ONU sobre contaminación por plásticos advierte sobre falsas soluciones y confirma la necesidad de una acción mundial urgente*. UN Environment. <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/informe-de-la-onu-sobre-contaminacion-por-plasticos>

Owusu-Twum, M. Y., Kumi-Amoah, G., Heve, W. K., Lente, I., Owusu, S. A., Larbi, L., & Amfo-Otu, R. (2022). Electronic waste control and management in Ghana: A critical assessment of the law, perceptions and practices. *Waste Management & Research*, 40(12), 1794–1802. <https://doi.org/10.1177/0734242X221103939>

Ramachandra, T. V., Bharath, A. H., & Sowmyashree, M. V. (2015). Monitoring urbanization and its implications in a mega city from space: Spatiotemporal patterns and its indicators. *Journal of Environmental Management*, 148, 67–81. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.02.015>

Rivas-Cantos, E. R., Morejón, P. D., & Andrés-Zevallos, G. S. (2024). Matriz de polímeros reciclados industriales, propuesta de aplicación en la construcción: Portoviejo y Medellín. *Revista San Gregorio*, 1(60), 71-79. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i60.2924>

Sangkachai, N., Gummow, B., Hayakijkosol, O., Suwanpakdee, S., & Wiratsudakul, A. (2024). A review of risk factors at the human-animal-environmental interface of garbage dumps that are driving current and emerging zoonotic diseases. *One Health*, 19, 100915. <https://doi.org/10.1016/j.onehlt.2024.100915>

Urrútia, G., & Bonfill, X. (2010). Declaración PRISMA: Una propuesta para mejorar la publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis. *Medicina Clínica*, 135(11), 507–511. <https://doi.org/10.1016/j.medcli.2010.01.015>

Vázquez A, Beltrán M, Espinosa R, Velasco M. (2018). El origen de los plásticos y su impacto en el ambiente. <https://www.researchgate.net/publication/303045381>

Vorobeva, D., Scott, I. J., Oliveira, T., & Neto, M. (2023). Leveraging technology for waste sustainability: Understanding the adoption of a new waste management system. *Sustainable Environment Research*, 33(1). <https://doi.org/10.1186/s42834-023-00174-x>