

Análisis y propuesta de estrategias de logística inversa para el aprovechamiento de plásticos residuales

Analysis and proposal of reverse logistics strategies for the use of residual plastics

Fabian Povea^a, Angel García^a

^aFacultad de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil, Guayaquil
090112, Ecuador.

¹**Autor de correspondencia:** fabian.poveac@ug.edu.ec

Recibido: 02, noviembre 2024; **Revisado:** 02, 12 2024; **Aceptado:** 30, diciembre 2025

Causalidad 2025, Vol. 1, Núm. 1

DOI: 10.70929/caui3.v1i1.2tfkbq32

Cómo Citar: Povea, F., & García, A. (2025). Análisis y propuesta de estrategias de logística inversa para el aprovechamiento de plásticos residuales. *Revista Digital Científica Causalidad (caui3)*, 1(1), 40-54. <https://doi.org/10.70929/caui3.v1i1.2tfkbq32>

Resumen

En este artículo presenta una propuesta de estrategias de logística inversa basadas en incentivos operativos y logísticos, para el aprovechamiento de plásticos residuales. Para esto emplea el método analítico con el fin de descomponer el tema por partes y realizar una examinación de las variables de estudio. Entre los resultados, muestra una generación aproximada de 545 960.84 toneladas de desechos sólidos en el año 2022 y aproximadamente 1 495.78 toneladas al día. A partir de esto, pudo determinar un aproximado de los residuos plásticos generados correspondiente a 179.54 toneladas de desechos plásticos producidos en la parroquia Tarqui ciudad de Guayaquil, Ecuador. Por consiguiente, se propone la implementación de un sistema de logística inversa en base a el ofrecimiento de incentivos para promover la participación de la comunidad, estableciendo indicadores de desempeño para monitorear y evaluar la efectividad de las estrategias implementadas. En conclusión, el estudio permitió realizar un análisis teórico sobre casos de aplicación de logística inversa, identificar los desechos sólidos y plásticos producidos y proponer estrategias para el aprovechamiento de este material.

Palabras clave - Logística inversa, residuos plásticos, incentivos operativos y logísticos, estrategias.

Abstract

This paper presents a proposal for reverse logistics strategies based on operational and logistical incentives for the use of residual plastics. For this purpose, it follows the analytical method in order to decompose the subject by parts and examine the study variables. Among the results, it shows an approximate generation of 545,960.84 tons of solid waste in the year 2022 and approximately 1,495.78 tons per day. From this, it was able to determine an approximate of the plastic waste generated corresponding to 179.54 tons of plastic waste produced in the parish Tarqui city of Guayaquil, Ecuador. Therefore, the implementation of a reverse logistics system is proposed based on offering incentives to promote community participation, establishing performance indicators to monitor and evaluate the effectiveness of the strategies implemented. In conclusion, the study allowed for a theoretical analysis of cases of reverse logistics application, the identification of solid and plastic waste produced, and the proposal of strategies for the use of this material.

Keywords - Reverse logistics, plastic waste, operational and logistics incentives, strategies.

1. Introducción

Los plásticos residuales han sido objeto de atención debido a su prevalencia y al impacto ambiental que conlleva su disposición inadecuada, por lo que es necesario realizar investigaciones que evalúen los procesos de logística inversa y las estrategias que se han utilizado para el aprovechamiento de este tipo de material residual [1].

A partir de esto, la importancia de la presente investigación radica, desde una perspectiva científica, en que busca llenar un vacío en el conocimiento sobre el diseño de estrategias de logística inversa basada en incentivos para la gestión de residuos plásticos a nivel local en la parroquia Tarqui del cantón Guayaquil, provincia del Guayas, Ecuador. Aunque existen estudios sobre la gestión de residuos a nivel nacional e internacional, pocos se centran en la utilización de métodos de ingeniería industrial como lo es la logística inversa enfocados en la parroquia objeto de estudio [2], [3], [4]. Al investigar la efectividad de estrategias de logística inversa para el aprovechamiento de plásticos residuales en esta área, se contribuirá al avance del conocimiento científico en el campo de la gestión de residuos y la sostenibilidad urbana.

El estudio se enfoca en la parroquia Tarqui del cantón Guayaquil, provincia del Guayas, Ecuador. Se investigarán estrategias de logística inversa para el aprovechamiento de plásticos residuales, con el objetivo de mejorar la gestión de residuos en la zona. El análisis abarca la identificación de limitaciones actuales, el diseño de propuestas de estrategias y la definición de indicadores de desempeño.

Por lo que se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo se pueden diseñar e implementar estrategias de logística inversa basadas en incentivos operativos y logísticos para mejorar el aprovechamiento de plásticos residuales en la parroquia Tarqui?, misma que

se pretende resolver mediante el planteamiento del objetivo general correspondiente a: Desarrollar una propuesta de estrategias de logística inversa basadas en incentivos operativos y logísticos para el aprovechamiento de plásticos residuales en la parroquia Tarqui del cantón Guayaquil, provincia del Guayas, Ecuador.

Para esto, se emplea el método analítico de investigación, permitiendo descomponer el tema en partes para un análisis detallado de cada variable y su interrelación. Para la recolección de información, se emplean fuentes variadas como libros, documentales, noticias y datos estadísticos, con el fin de responder a los objetivos sobre logística inversa en la parroquia Tarqui. La información se obtiene de fuentes primarias (INEC, Urvaseo) y secundarias (estudios previos), y se analiza para ofrecer un panorama integral sobre la implementación de estrategias de logística inversa y su impacto ambiental.

El presente artículo contribuye a promover la logística inversa y la sostenibilidad ambiental. Pues al fomentar la reutilización, reacondicionamiento y reciclaje de productos devueltos, se disminuye la necesidad de extraer y fabricar nuevos materiales, lo que ayuda a conservar recursos naturales y minimizar la generación de residuos, enfrentando así los desafíos ambientales actuales.

La relevancia del estudio se refleja en la obtención de datos primarios relacionados a la cantidad de desechos producidos en la parroquia Tarqui y la cantidad de habitantes de la misma. Es así como este tipo de investigaciones contribuyen a contextualizar y comprender numerosas investigaciones previas han abordado la gestión de residuos plásticos y la implementación de estrategias de logística inversa en diversas industrias. En particular, los plásticos residuales han sido objeto de atención debido a su prevalencia y al impacto ambiental que conlleva su disposición inadecuada [5].

La estructura del estudio está comprendida por la introducción, donde se describe la importancia de la investigación, la pregunta de investigación que se pretende resolver mediante los objetivos, también se presenta una breve descripción de la metodología utilizada, la contribución y relevancia del artículo. Por consiguiente, se presenta más detalladamente la metodología y se evidencian los resultados obtenidos que permiten llegar a una conclusión final del estudio.

2. Metodología y planteamiento del problema

2.1 Método de investigación

Con respecto al método de investigación, se emplea un método analítico, ya que este permite descomponer al tema por parte y realizar un análisis y explicación sobre cada una de ellas para facilitar la comprensión detallada de las variables del estudio y poder realizar una síntesis que relacione a todos los elementos.

2.2 Fuentes y técnicas para la recolección de información

La recopilación de información para respaldar la investigación presentada se realiza mediante el análisis de diversas fuentes como libros, documentales, noticias y datos estadísticos. Estas fuentes han sido de gran ayuda y apoyo para dar respuesta a los

objetivos planteados, analizando la importancia, factores y estrategias relacionadas a la logística inversa en la parroquia Tarqui. Para lograr esto, se recopila información relevante y se analiza detalladamente, con el propósito de brindar un panorama completo sobre la importancia de implementar estrategias de logística inversa en este sector y su impacto en la sostenibilidad y responsabilidad ambiental.

2.3 Tratamiento de la información

En primer lugar, se recopila información relevante sobre los plásticos residuales y los incentivos operativos y logísticos existentes en la parroquia Tarqui. Esta información se obtiene a través de fuentes primarias, como la adquisición de información solicitada a entidades como el INEC y Urvaseo sobre datos necesarios para el desarrollo de la investigación que no son publicados en internet. También se utilizaron fuentes secundarias, como estudios previos y datos estadísticos. Una vez recopilada la información, se procede a su análisis y clasificación.

3. Resultados

El aprovechamiento y manejo de plásticos residuales es un tema muy importante, pues genera efectos significativos en la sociedad y el medio ambiente, debido a su demanda creciente, su producción ha aumentado drásticamente en los últimos años y sus características como material sintético duradero resistente a la degradación física y química lo ha convertido en un producto preocupante a nivel ambiental, dado que los desechos plásticos se están acumulando en diversos sectores, entre los que se incluyen los ecosistemas acuáticos y hábitats terrestres [6].

Con respecto a su situación actual, a nivel global, se estima que se producen alrededor de 300 millones de toneladas de plástico cada año, donde un porcentaje considerable termina siendo desecho produciendo un impacto en la vida silvestre, la salud humana y los ecosistemas marinos [7]. Además, de acuerdo con el informe emitido por Plastics Technology México [8], 12 naciones producen más del 52% del total de desechos plásticos a nivel internacional, entre los que se incluyen: Estados Unidos de América, Kazajistán, China, India, Rusia, Indonesia, Brasil, Tailandia, México, República Democrática del Congo, Arabia Saudí e Irán.

En el contexto Latinoamericano, este continente produce alrededor de 17 000 toneladas de residuos plásticos al día, donde los plásticos que tienen un solo uso son más complicados de reciclar por la presencia de múltiples capas, lo cual provoca un mayor costo en su reciclaje y lo convierte en una amenaza para el medio ambiente a nivel internacional, por otra parte, se proyecta que si para el año 2050 no se toman las respectivas medidas existirán alrededor de 12 000 millones de toneladas de desechos plásticos destinados al océano y a vertederos, lo cual es altamente perjudicial dado que este material puede tardar miles de años en descomponerse manteniéndose en los ecosistemas durante ese periodo y afectando a la fauna

y flora [9]. A nivel nacional, el problema de los plásticos residuales es significativo, principalmente por la ausencia de una infraestructura apropiada para la gestión de residuos sólidos. Un reporte del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos [10] describe que Ecuador recolecta alrededor de 14.394 toneladas de residuos sólidos al día, esto quiere decir que un habitante de la zona urbana genera en promedio 0.9 kg de residuos sólidos diarios, donde el 54.9% son residuos orgánicos y el restante 45.1% corresponden a residuos inorgánicos, posteriormente se procede a realizar procesos de separación en la fuente y se obtuvieron 2393.1 toneladas diarias recolectadas, donde el 50.% son residuos orgánicos, de los cuales un porcentaje del 11.3% son residuos de plásticos reciclados.

Por consiguiente, en relación con la situación actual de la parroquia de Tarqui, esta desecha sus residuos mediante la recolección programada por Urvaseo, quien es el encargado de la recolección, el barrido, descarga y transporte de desechos sólidos de origen no peligroso en las zonas de Guayaquil, sin embargo aún se evidencia una gran cantidad de residuos plásticos y otros materiales en las calles que forman parte de este sector, lo cual demuestra una falta de concientización ciudadana por el cuidado del medio ambiente y el mantenimiento limpio de la zona.

3.1 Comparativa de casos con otros países

En este apartado se analizan diversos casos de que se llevan a cabo en diferentes países del mundo para determinar los resultados claves que se obtuvieron de ellos en relación con la tasa de recuperación de desechos plásticos.

Cuadro 1. Casos en diversos países.

País	Caso	Modelo/ Metodología	Resultados
Reino Unido	El reciclaje de plásticos, un reto para lograr una economía circular	Revisión bibliográfica de generación de plásticos.	La cantidad de plástico reciclado varía geográficamente dependiendo del tipo de plástico y la aplicación. Actualmente, Reino Unido tiene un porcentaje de reciclaje de materiales plásticos de 28% [11].
Colombia	Análisis de la cadena de valor del reciclaje de plástico. Un caso de estudio en el departamento del Atlántico	Identificar las características existentes en la cadena de valor del reciclaje de plástico.	En Colombia, se producen aproximadamente 31 000 toneladas de basura diariamente, de las cuales se estima que 5.000 toneladas son de plástico, pero solo se recicla el 1.4% [12].
Chile	Análisis del sistema de reciclaje de plástico en Chile	Metodología cualitativa y cuantitativa.	El territorio se encuentra en el segundo lugar de los países de América Latina que más basura generan con un 1,15 kilogramo de desechos al día por persona, y el reciclaje de residuos plásticos no supera el 20% [13].

Venezuela	El manejo de los residuos plásticos: una oportunidad para sensibilizar y valorar la basura.	Implementación del Plan de Reciclaje	Solo el 2.28 % de los residuos generados en el país son reciclados [14].
Costa Rica	Retos y oportunidades para la valorización de residuos sólidos en Costa Rica	Revisión de la literatura y elaboración de encuestas.	El porcentaje de recuperación de residuos sólidos valorizables es de 1.26% [15].

Por consiguiente, se realizan dos matrices de priorización como se puede ver en el Cuadro 2, considerando la tasa de reciclaje de cada país y la tasa de aprovechamiento de los plásticos residuales en los casos mencionados en el Cuadro 1.

Cuadro 2. Categorías de prioridad.

Categoría	Rango de puntos
Reciclaje bajo	0-25%
Reciclaje regular	26-50%
Reciclaje medio alto	51-75%
Reciclaje alto	76-100%

Cuadro 3. Matriz de priorización.

País	Tasa de recuperación	Detalle de decisión
Reino Unido	28%	Un porcentaje de plásticos estaría aun descargándose en los océanos y ecosistemas terrestres [11].
Chile	20%	La falta de responsabilidad sustentable por parte de las empresas y los ciudadanos han incrementado las tasas de contaminación ambiental [13].
Venezuela	2.28 %	La contaminación por plásticos se ha convertido en una problemática principalmente debido a la deficiente gestión de los residuos sólidos urbanos [14].
Colombia	1.40%	El sector del reciclaje de plástico presenta deficiencias en todos los eslabones de la cadena de valor [12].
Costa Rica	1.26%	Desconocimiento de los factores que influyen en el porcentaje actual de recuperación de residuos en Costa Rica, los factores asociados al éxito y al fracaso de las iniciativas de reciclaje a nivel mundial [15].

A partir de la información descrita en el Cuadro 3, se ve la importancia que cada país tome medidas para aumentar su tasa de reciclaje de plásticos y poder aprovechar este tipo de residuos mediante la aplicación de los procedimientos de logística inversa.

3.2 Evaluación de desechos generados en la parroquia Tarqui

Para la evaluación de desechos se deben considerar la información proporcionada por Urvaseo, que permite conocer la cantidad de desechos sólidos recogidos durante el año 2022, lo cual da paso a realizar un aproximado de los desechos generados por día. Por consiguiente, en el Cuadro 4 se presentan los datos de los desechos sólidos generados durante el año 2022.

Cuadro 4. Desechos sólidos generados durante el 2022.

Zonas	Desechos sólidos 2022 (ton)	Desechos sólidos por día 2022 (ton)	Desechos sólidos 2022 (Kg)	Desechos sólidos por día 2022 (Kg)
Zona 1	25 417.55	69.64	25 417 546.67	69 637.11
Zona 2	37 055.03	101.52	37 055 030.00	101 520.63
Zona 3	48 197.98	132.05	48 197 980.00	132 049.26
Zona 4	48 197.98	132.05	48 197 980.00	132 049.26
Zona 5	49 544.88	135.74	49 544 876.67	135 739.39
Zona 6	34 630.39	94.88	34 630 385.00	94 877.77
Zona 7	49 544.88	135.74	49 544 876.67	135 739.39
Zona 8	167 326.67	458.43	167 326 665.00	458 429.22
Zona 9	86 045.50	235.74	86 045 500.00	235 741.10
Total	545 960.84	1 495.78	545 960 840.00	1 495 783.12

Por consiguiente, se busca calcular un aproximado de los desechos plásticos generados en las zonas de la parroquia Tarqui, por lo que se propone la ecuación 1:

$$\text{Desechos plásticos generados} = \text{desechos sólidos generados por persona} \times \text{tasa de desechos plásticos} \quad (1)$$

Cómo no se conoce exactamente la tasa de desechos plásticos generados en la parroquia Tarqui, se considera la tasa de plástico generado a nivel nacional, el cual de acuerdo con el informe de la Gestión de Residuos Sólidos del 2022 realizado por el INEC es del 11.3% de la cantidad de residuos sólidos urbanos.

Cuadro 5. Desechos plásticos generados en la parroquia Tarqui durante el año 2022.

Zonas	Desechos sólidos por día 2022 (ton)	Aplicación de la fórmula	Desechos plásticos generados (ton)
Zona 1	69.64	69.64 x 11.3%	7.87
Zona 2	101.52	101.52 x 11.3%	11.47
Zona 3	132.05	132.05 x 11.3%	14.92
Zona 4	132.05	132.05 x 11.3%	14.92
Zona 5	135.74	135.74 x 11.3%	15.34
Zona 6	94.88	94.88 x 11.3%	10.72
Zona 7	135.74	135.74 x 11.3%	15.34
Zona 8	458.43	458.43 x 11.3%	51.80
Zona 9	235.74	235.74 x 11.3%	26.64
Total	1 495.78		169.02

A partir de esto, se determina la cantidad de plástico generado en cada zona de la parroquia Tarqui considerando la cantidad de residuos sólidos producidos y los resultados se presentan en el Cuadro 5.

A continuación, en el Cuadro 6 se presenta un resumen de los cálculos anteriores, donde se incluye la población de cada zona de la parroquia Tarqui, la aproximación a los residuos sólidos y plásticos generados.

Cuadro 6. Hallazgos de la parroquia Tarqui de desechos generados por día.

Zona	Habitantes	Desechos sólidos generados por día (ton)	Desechos plásticos generados por día (ton)
Zona 1	60 302	69.64	7.87
Zona 2	32 587	101.52	11.47
Zona 3	145 356	132.05	14.92
Zona 4	29 472	132.05	14.92
Zona 5	95 951	135.74	15.34
Zona 6	41 504	94.88	10.72
Zona 7	189 924	135.74	15.34
Zona 8	27 163	458.43	51.80
Zona 9	126 417	235.74	26.64
Total	748 676	1.495.78	169.02

Dado los cálculos anteriores, se pudo determinar que la parroquia Tarqui tiene una población de 748 676 personas, quienes generan alrededor de 1 495.78 toneladas de desechos sólidos por día y producen aproximadamente 169.02 toneladas de desechos plásticos al día. Entre las zonas que generan mayor cantidad de residuos plásticos se encuentran: la zona 8 comprendida por Colinas de la Florida con un total de 51.80 toneladas de desechos plásticos, seguido de la zona 9 conformada por Juan Montalv, Quinto Guayas y La Florida produciendo alrededor de 26.64 toneladas de desechos plásticos.

Por otra parte, se presentan los desechos plásticos promedios generados por persona en cada una de las zonas, para esto se aplica la ecuación 2:

$$\text{Cantidad de plástico percapita} = \frac{\text{desechos plásticos generados al día (zona \#)}}{\text{cantidad de pobladores (zona \#)}} \quad (2)$$

Los resultados se presentan en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Hallazgos de la parroquia Tarqui de desechos plásticos generados por persona al día.

Zona	Habitantes	Desechos plásticos al día por zona (ton)	Toneladas		Kilogramos	
			Desechos plásticos generados al día por persona (ton)	Desechos plásticos generados al año por persona (ton)	Desechos plásticos generados al día por persona (kg)	Desechos plásticos generados al año por persona (kg)
Zona 1	60 302	7.87	0.000130493	0.048	0.130	47.63
Zona 2	32 587	11.47	0.000352037	0.128	0.352	128.49
Zona 3	145 356	14.92	0.000102655	0.037	0.103	37.47
Zona 4	29 472	14.92	0.000506296	0.185	0.506	184.80
Zona 5	95 951	15.34	0.000159858	0.058	0.160	58.35
Zona 6	41 504	10.72	0.000258317	0.94	0.258	94.29
Zona 7	189 924	15.34	8.07615E-05	0.029	0.081	29.48
Zona 8	27 163	51.80	0.001907098	0.696	1.907	696.09
Zona 9	126 417	26.64	0.000210721	0.077	0.211	76.91

Del Cuadro anterior, se puede determinar que la cantidad de desechos plásticos generados por persona al día y al año en cada una de las zonas de la parroquia Tarqui. Como en el caso de la zona 8, que genera una mayor cantidad de desechos plásticos, donde una persona puede producir aproximadamente 0.001907098 toneladas de desechos plásticos al día, lo que equivale a 1.91 kg, y genera 0.696 toneladas de desechos plásticos al año, lo que es igual a 696.09 kilogramos de plásticos.

A partir de esto, es importante que se ponga énfasis en las zonas que generan mayor cantidad de desechos plásticos para poder aprovechar este tipo de residuos y aplicar los procedimientos de logística inversa.

3.3 Diagnóstico de la situación actual

Los residuos plásticos generan impactos significativos tanto a nivel internacional, como nacional y local, dado que se producen grandes toneladas de este producto y un porcentaje representativo termina siendo desecho destinado a vertederos o a sitios donde contaminan el medio ambiente y perjudican a la sociedad, por lo que es importante que se desarrolle una gestión adecuada de residuos sólidos que incluya la implementación de estrategias de reciclaje y logística inversa.

Por otra parte, la parroquia Tarqui ubicada en la ciudad de Guayaquil genera grandes cantidades de residuos sólidos y muchos de ellos son desechados en sitios no aptos produciendo contaminación en el suelo, el medio ambiente y en la salud de los habitantes del sector, por lo que es necesario concientizar a los ciudadanos del sector e incentivarlos a la realización de actividades de reciclaje y logística inversa.

3.4 Presentación de la propuesta

A partir del estudio realizado, se propone la implementación de un sistema de logística inversa en la parroquia Tarqui de la ciudad de Guayaquil en base a el ofrecimiento de incentivos para promover la participación de la comunidad.

Introducción de la propuesta:

Tarqui, al igual que otras parroquias de la ciudad de Guayaquil, enfrenta desafíos en la gestión de residuos sólidos, principalmente los plásticos, los cuales pueden causar un impacto al medio ambiente y a la calidad de vida de los habitantes, por lo que la implementación de prácticas de logística inversa basadas en incentivos, no simplemente representa una solución a estos problemas, sino que también crea oportunidades para que los habitantes se vean beneficiados económicamente y promuevan acciones de sostenibilidad entre la comunidad.

Modelo del proceso de logística inversa:

Para abordar las estrategias de logística inversa, se presenta en la Figura 1 el modelo que se pretende seguir para el aprovechamiento de los plásticos residuales.

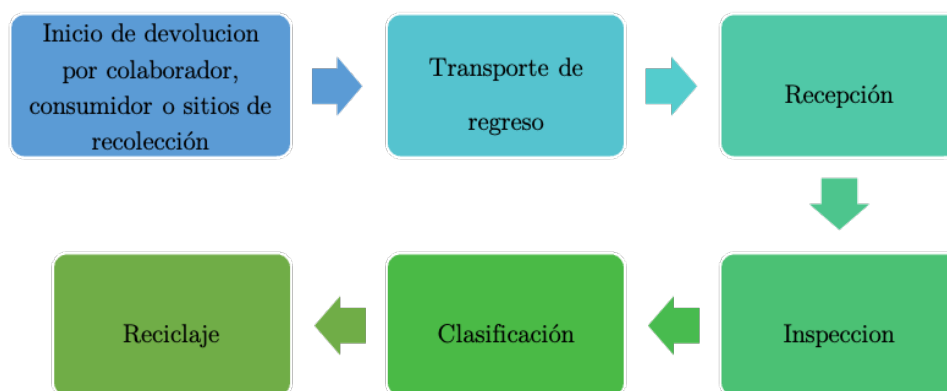


Figura 1. Modelo de logística inversa. Elaboración propia a partir del análisis realizado.

Estrategias de logística inversa:

El proyecto radica en incluir tres estrategias correspondientes para desarrollar un sistema de logística inversa que incluya lo presentado en la Figura 2.

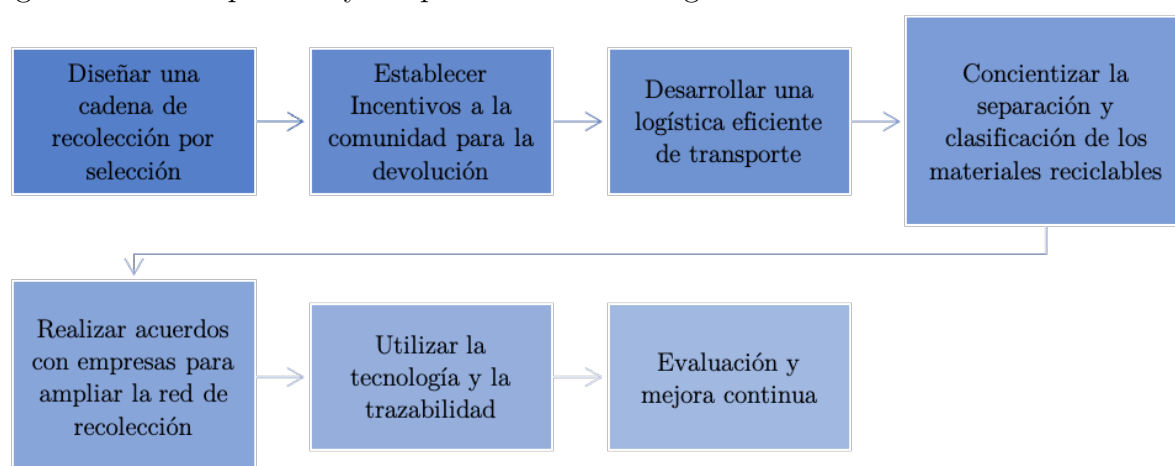


Figura 2. Estrategias de logística inversa. Elaboración propia a partir del análisis realizado.

a) Diseño de la cadena de recolección por selección.

Este proceso consiste en implementar puntos de recolección específicos basados en un análisis del sector, de modo que sean lugares estratégicos donde se ubiquen contenedores específicos para plásticos y otros materiales que se puedan reciclar con el propósito de separar los residuos adecuadamente.

b) Incentivos a la comunidad.

Establecer incentivos económicos dirigidos a los ciudadanos que participen de una manera activa en la devolución de residuos plásticos, entre estos se pueden incluir lo presentado en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Incentivos en la comunidad por la participación en la logística inversa.

Incentivos	Descripción
Bonificaciones en impuestos	Esto puede incluir un descuento en impuestos municipales o locales. Otorgar créditos directos a colaboradores que reciclen.
Vales de compra	Pueden incluir programas de canjes que consiste en entregar materiales reciclables por vales, los cuales pueden ser usados en tiendas con quienes se haya hecho un convenio o comercios que apoyen la iniciativa.
Premiación al finalizar el mes	Destinar un premio representativo y un reconocimiento al mejor recolector del mes, es decir la persona que ha recogido mayor cantidad de plásticos residuales.
Programas de fidelización	Desarrollar un programa donde los ciudadanos acumulen puntos por cada actividad de reciclaje realizada.

c) Desarrollo de la logístico eficiente de transporte.

Comprende la optimización de las rutas de recolección y el uso de transporte adecuado para reducir los costos operativos y el impacto ambiental. Esto puede implicar la consolidación de rutas o el uso de vehículos eléctricos y de baja emisión.

d) Concientización en la separación y clasificación de los materiales reciclables.

Consiste en aplicar campañas de educación para que los colaboradores conozcan la importancia de separar adecuadamente los materiales reciclables en el origen, ya sea en su hogar o lugar de trabajo. A partir de esto, se puede mejorar la calidad de los materiales recuperados. También es necesario concientizar acerca de la importancia del reciclaje y la logística inversa, lo cual puede aumentar la participación de la comunidad.

e) Acuerdos con empresas.

Radica en fomentar alianzas con empresas locales para contribuir a la recolección y el transporte de los residuos recolectados hacia los centros de reciclaje incentivando la responsabilidad extendida del productor. También se busca concientizar sobre el aporte que genera al medio ambiente las actividades de reciclaje. Para esto se proponen a las empresas aplicar los siguientes incentivos presentados en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Incentivos en los colaboradores de las empresas por su participación en la logística inversa.

Incentivos	Descripción
Sistemas de recolección convenientes	Establecer puntos de recolección dentro de las instalaciones de la organización que incluya contenedores para clasificar los diferentes tipos de materiales o centros de acopio. Es importante que estos sean visibles y accesibles para todos los trabajadores.
Incentivos financieros	Desarrollar programas de incentivos en la que los trabajadores reciban: • Vales de compra • Bonificaciones • Descuentos en servicios • Premios de participación en logística inversa. Incentivos por cada kilogramo reciclado. • Incentivo por devolución de productos al culminar su vida útil.
Programas de educación y sensibilización	Realizar campañas o programas educativos de manera regular para dar a conocer la importancia de la logística inversa, el aporte que esta genera al medio ambiente, y los beneficios económicos generados por la devolución del producto y el reciclaje.
Entrenamiento y capacitación	Dar capacitaciones y entrenamiento específico a los colaboradores sobre cómo preparar y separar los materiales para su reciclaje o devolución de una manera adecuada, lo que puede incluir métodos seguros de desmontaje de componentes para su reciclaje.
Reconocimiento y premios	Desarrollar programas de reconocimiento que realicen premios públicos a los colaboradores comprometidos y destacados en las actividades de logística inversa.
Facilitación de recursos	Dar los recursos para la gestión de la logística inversa, como equipos de embalaje y etiquetas de devolución.

f) Utilización de la tecnología y la trazabilidad

Se enfoca en la utilización de tecnología como sensores IoT (Internet de las cosas) para poder realizar el monitorear en los contenedores de reciclaje y poder optimizar las operaciones de recolección. Esto contribuye a una gestión más precisa y una respuesta rápida a las necesidades de recolección.

g) Evaluación y mejora continua

Consiste en realizar un monitoreo regular por periodos planificados sobre el desempeño del programa de logística inversa por medio del análisis de datos y la retroalimentación de los participantes. Esto permitirá identificar áreas de mejora y ajustar las estrategias según sea necesario para optimizar la eficiencia y la sostenibilidad del programa.

Cierre de la propuesta:

La implementación de la propuesta de logística inversa basada en incentivos representa una gran oportunidad para mejorar la gestión de residuos en la Parroquia Tarqui y, por consiguiente, pueda ser implementados en otras parroquias fomentando un entorno más sostenible e impulsando al desarrollo social y económico de los miembros de la comunidad.

Además, al aplicar el ciclo Deming para el desarrollo de estrategias y programas de logística inversa garantiza un enfoque sistemático y contribuye a la mejora continua de la gestión de residuos plásticos fomentando practicas sostenibles y aportando al crecimiento de la participación comunitaria por medio de incentivos operativos y logísticos.

Conclusiones

Mediante la realización del presente estudio se alcanzó un análisis teórico sobre casos de logística inversa en otros países. Estas estrategias y experimentación ha permitido destacar técnicas como el uso de transporte para la recolección y facilitar a los ciudadanos la entrega de los desechos y la inclusión de incentivos como premiaciones a innovaciones hechas de reciclaje. Así mismo se determinó la tasa de recuperación de plásticos en determinados países y los aspectos claves que son causa de dicho porcentaje, evidenciándose que entre los países analizado el menor porcentaje de reciclaje lo tiene Costa Rica con el 1.26%, seguido de Colombia con el 1.40%.

También, se pudo identificar la cantidad de desechos sólidos producidos en Tarqui con el fin de conocer el comportamiento de los individuos, esto se lo realizó por medio de información solicitada al INEC para establecer la cantidad de pobladores de los diversos sectores en dicha parroquia y datos de Urvaseo, quienes proporcionaron la cantidad de residuos generados en dichas zonas específicas. Esto permitió demostrar que la parroquia Tarqui tiene una población de 748 676 personas, quienes generan alrededor de 1 495.78 toneladas de desechos sólidos por día y producen aproximadamente 169.02 toneladas de desechos plásticos al día y la zona que genera mayor cantidad de residuos plásticos corresponde a la zona 8 comprendida por Colinas de la Florida con un total de 51.80 toneladas de desechos plásticos al día.

A partir de esto, se diseñó una propuesta de incentivos operativos y logísticos usando logística inversa para la parroquia Tarqui, cuyo modelo está comprendido por las actividades de inicio de devolución por colaborador, consumidor o sitios de recolección, el transporte de regreso, la recepción, la inspección, la clasificación y el reciclaje. Para esto, se establecieron actividades de cumplimiento para el desarrollo de la propuesta presentado en un cronograma basado en el Ciclo Deming.

Desde un punto de vista económico, esta investigación tiene el potencial de generar beneficios significativos al identificar oportunidades para la creación de empleo, el desarrollo de nuevas industrias y la reducción de costos asociados con la gestión de residuos. Al implementar estrategias efectivas de logística inversa, se podrían establecer modelos de negocio sostenibles que generen ingresos adicionales a través del reciclaje y la reutilización de plásticos residuales.

En términos sociales, esta investigación tiene el potencial de mejorar la calidad de vida de los habitantes de Tarqui al reducir la contaminación ambiental y promover una cultura de consumo responsable y reciclaje. Además, al involucrar a la comunidad en el desarrollo e implementación de estrategias de logística inversa, se fortalecerán los lazos sociales y se fomentará un sentido de responsabilidad compartida hacia el medio ambiente.

Ambientalmente, esta investigación es crucial para abordar el problema cada vez más urgente de la contaminación por plásticos en el medio ambiente. Al desarrollar y promover prácticas de gestión de residuos más sostenibles y eficientes, se contribuirá a la preservación de los ecosistemas locales y la biodiversidad.

Financiación

Los autores agradecen el apoyo brindado por la Universidad de Guayaquil, durante el transcurso de este trabajo..

Declaración de conflicto de intereses

El autor o autores no han declarado ningún posible conflicto de intereses en relación con esta investigación, la autoría y/o la publicación de este artículo.

Referencias

- [1] E. Betanzo-Quezada, M. Á. Torres-Gurrola, J. A. Romero-Navarrete, and S. A. Obregón-Biosca, “Evaluación de rutas de recolección de residuos sólidos urbanos con apoyo de dispositivos de rastreo satelital: Análisis e implicaciones,” *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, vol. 32, no. 3, pp. 232–337, 2016, doi: 10.20937/RICA.2016.32.03.07.
- [2] K. Hurtado García, “Sistemas de costo, logística inversa y gestión sostenible en empresas industriales,” *Cooperativismo y Desarrollo*, vol. 8, no. 3, pp. 526–537, 2020, doi: <https://coodes.upr.edu.cu/index.php/coodes/article/view/354>.
- [3] G. Castañeta, A. Gutiérrez, F. Nacaratte, and C. Manzano, “MICROPLASTICS: A CONTAMINANT THAT GROWS IN ALL ENVIRONMENTAL AREAS, ITS CHARACTERISTICS AND POSSIBLE RISKS TO PUBLIC HEALTH FROM EXPOSURE,” *Revista Boliviana de Química*, vol. 37, no. 3, pp. 526–537, Aug. 2020, doi: 10.34098/2078-3949.37.3.4.
- [4] W. A. Malpica Zapata, C. A. Caicedo Pereira, and D. A. Lasso Espitia, “Estudio de la logística inversa y su importancia en la gestión empresarial de organizaciones sostenibles,” *Revista Estrategia Organizacional*, vol. 11, no. 1, pp. 31–47, Mar. 2022, doi: 10.22490/25392786.5657.
- [5] F. Guerrón, “Análisis de la Logística Inversa de los Contenedores en el Puerto de Guayaquil,” Universidad de Azuay, 2020. Accessed: Dec. 29, 2024. [Online]. Available: https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10293/1/15922_esp.pdf
- [6] G. Castañeta, A. F. Gutiérrez, F. Nacaratte, and C. A. Manzano, “MICROPLASTICS: A CONTAMINANT THAT GROWS IN ALL ENVIRONMENTAL AREAS, ITS CHARACTERISTICS AND POSSIBLE RISKS TO PUBLIC HEALTH FROM EXPOSURE,” *Revista Boliviana de Química*, vol. 37, no. 3, pp. 160–175, Aug. 2020, doi: 10.34098/2078-3949.37.3.4.

- [7] P. Flores, “The issue of plastic use during the Covid-19 pandemic,” *South Sustainability*, p. e016, 2020, doi: 10.21142/SS-0102-2020-016.
- [8] R. J. Barragan Monrroy, S. E. Alvarez Perez, M. M. Macas Cobeña, X. P. Cervantes Molina, and P. H. Lozano Mendoza, “Gestión ecoeficiente de los residuos sólidos reciclables para promover la sostenibilidad ambiental en la provincia de Los Ríos, Ecuador,” *Ibero-American Journal of Education & Society Research*, vol. 4, no. S, pp. 46–53, Jun. 2024, doi: 10.56183/iberoeds.v4iS.671.
- [9] R. J. Barragan Monrroy, S. E. Alvarez Perez, M. M. Macas Cobeña, X. P. Cervantes Molina, and P. H. Lozano Mendoza, “Gestión ecoeficiente de los residuos sólidos reciclables para promover la sostenibilidad ambiental en la provincia de Los Ríos, Ecuador,” *Ibero-American Journal of Education & Society Research*, vol. 4, no. S, pp. 46–53, Jun. 2024, doi: 10.56183/iberoeds.v4is.671.
- [10] J. Hidalgo-Crespo, C. I. Álvarez-Mendoza, M. Soto, and J. L. Amaya-Rivas, “Quantification and mapping of domestic plastic waste using GIS/GPS approach at the city of Guayaquil,” in *Procedia CIRP*, Elsevier B.V., 2022, pp. 86–91. doi: 10.1016/j.procir.2022.02.015.
- [11] M. J. Valarezo Ulloa and L. Ruiz Virgen, “El reciclaje de plásticos, un reto para lograr una economía circular,” *CEDAMAZ*, vol. 12, no. 2, pp. 203–209, Dec. 2022, doi: 10.54753/cedamaz.v12i2.1265.
- [12] R. A. 1 Mendoza, E. E. Niebles, C. D. Barreto, J. Fabregas, and E. M. Buelvas, “Analysis of the value chain of plastic recycling. A case study of the department of Atlantico (Colombia),” vol. 41, no. 25, p. 2020, [Online]. Available: <https://www.revistaespacios.com>
- [13] R. González and F. González, “Análisis del sistema de reciclaje de plástico en Chile,” Universidad de Talca, 2020.
- [14] V. Rivas, “El manejo de los residuos plásticos: una oportunidad para sensibilizar y valorar la basura,” *Guayana Moderna*, vol. 10, no. 10, pp. 123–141, 2021, doi: 10.1234/gm.v10i10.5505.
- [15] R. Chaves-Arias, R. Campos-Rodríguez, L. Brenes-Peralta, and M. F. Jiménez-Morales, “Compostaje de residuos sólidos biodegradables del restaurante institucional del Tecnológico de Costa Rica,” *Revista Tecnología en Marcha*, vol. 32, no. 1, pp. 39–53, Mar. 2019, doi: 10.18845/tm.v32i1.4117.

Este artículo está licenciado bajo CC BY 4.0.



La licencia CC BY 4.0 permite utilizar, compartir y modificar contenidos con cualquier fin, incluido el comercial, siempre que se cite al autor original, se enlace a la licencia y se indiquen los cambios realizados. Es irrevocable, internacional y no permite imponer restricciones adicionales que limiten el uso del material.