



ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL PARA LA
CREACIÓN DE UNA RECUPERADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN GALAPA,
ATLÁNTICO.

Andrea Carolina García Arroyo

Luis Eduardo Serge Martínez

Facultad de Ingenierías

Ingeniería Ambiental

Barranquilla, Colombia

2026

ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL PARA LA
CREACIÓN DE UNA RECUPERADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN GALAPA,
ATLÁNTICO.

Trabajo de grado como requisito para la obtención del título de:

Ingeniero Ambiental

Andrea Carolina García Arroyo

Luis Eduardo Serge Martínez

Tutores:

Sofía Sulbaran Siado

Dianys Giraldo-Pérez

Facultad de Ingenierías

Ingeniería Ambiental

Barranquilla, Colombia

2026

AGRADECIMIENTOS

Andrea Carolina Garcia Arroyo

Primeramente, agradezco a Dios por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi vida académica y personal. Su guía fue fundamental durante cada desafío enfrentado a lo largo de este proceso. Expreso mi más profundo agradecimiento a mi familia, por su apoyo incondicional, comprensión y motivación constante. Especialmente a mi madre, quien ha sido mi mayor ejemplo de esfuerzo, dedicación y amor, acompañándome en cada momento y alentándome a seguir adelante incluso en las circunstancias más difíciles. Este logro también es suyo.

Agradezco de manera especial a mis tutoras de tesis Sofía Sulbaran Siado y Dianys Giraldo Pérez, por su orientación, paciencia, compromiso y acompañamiento académico durante el desarrollo de esta investigación. Sus conocimientos, recomendaciones y apoyo fueron fundamentales para fortalecer este trabajo y contribuir a mi formación profesional.

Asimismo, agradezco a todas las personas, compañeros y actores que hicieron parte de este proceso investigativo y que, de una u otra manera, aportaron al desarrollo de este proyecto enfocado en el fortalecimiento de la gestión integral de residuos sólidos en el municipio de Galapa.

Finalmente, agradezco a la Universidad Reformada por brindarme las herramientas y espacios necesarios para mi formación como ingeniera ambiental y permitirme culminar satisfactoriamente esta etapa académica.

Luis Eduardo Serge Martínez.

El desarrollo del presente proyecto fue posible gracias al apoyo y acompañamiento de diversas personas e instituciones que contribuyeron de manera significativa al cumplimiento de los objetivos propuestos.

En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la fortaleza, la constancia y la sabiduría necesarias para culminar este proceso académico. De igual manera, agradezco profundamente a mi familia por su apoyo incondicional, su comprensión y su respaldo constante a lo largo de toda mi formación profesional.

Expreso un especial agradecimiento a la Universidad Reformada, por la formación académica recibida durante el programa de Ingeniería Ambiental, así como a la tutora Dianis Giraldo y a la profesora Sofia Sulbaran, quienes con su orientación técnica, acompañamiento permanente y aportes metodológicos contribuyeron de manera significativa al desarrollo y fortalecimiento de este trabajo. Su guía fue fundamental para el adecuado abordaje del análisis técnico, económico, social y ambiental realizado.

Finalmente, agradezco a la población del municipio de Galapa por su disposición y colaboración durante el trabajo de campo, así como a todas aquellas personas que, de forma directa o indirecta, hicieron posible la ejecución de este proyecto, el cual busca aportar insumos técnicos y estratégicos para el fortalecimiento de la gestión integral de residuos sólidos y la promoción de modelos de desarrollo sostenible a nivel local.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	9
ABSTRAC	11
1. ANTEPROYECTO.....	21
1.1. INTRODUCCIÓN	21
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
1.3. JUSTIFICACIÓN	26
1.4. OBJETIVOS	28
1.4.1. Objetivo General.....	28
1.4.2. Objetivos Específicos.....	28
1.5. MARCO REFERENCIAL.....	29
1.5.1. Marco Teórico.....	29
1.5.2. Estado Del Arte.....	32
1.5.3. Marco Legal.....	45
1.5.4 Marco contextual	46
1.5.5. Marco conceptual.....	48
1.6. METODOLOGÍA	51
2. CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE GENERACIÓN, GESTIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE GALAPA, ATLÁNTICO	55

2.1.	Prestación del servicio público de aseo	56
2.2.	Generación de residuos	57
2.2.1.	Producción per cápita (PPC).....	58
2.2.2.	Caracterización de residuos sólidos.	60
2.2.3.	Usuarios del servicio público de aseo	62
2.3.	Recolección, transporte y disposición final	62
2.4.	Aprovechamiento de residuos.	65
2.5.	Caracterizaciones en campo.....	66
2.5.1.	Caracterización de residuos en hogares	66
2.5.2.	Caracterización de empresas recicladoras	77
2.5.3.	Caracterización a recicladores de oficio	90
2.5.4.	Caracterización de a las unidades productiva.	104
2.5.5.	Caracterización a actores institucionales y autoridades locales.	113
2.5.6.	Caracterización de puntos críticos y condiciones de la gestión de residuos sólidos.	115
2.5.7.	Caracterización física y cuantificación de residuos sólidos.....	122
3.	DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RECUPERADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE GALAPA, ATLÁNTICO.	127
3.1.	Enfoque del modelo	129

3.2.	Estructura funcional del modelo.	130
3.2.1.	Generación y separación en la fuente.	130
3.2.2.	Recolección selectiva.	130
3.2.3.	Recuperación.....	131
3.2.4.	Comercialización.	131
3.3.	Integración de actores y gobernanza del sistema.....	133
3.4.	Estructura operativa	135
3.4.1.	Descripción general de la infraestructura.	135
3.4.2.	Distribución de áreas.....	136
3.4.3.	Estructura organizacional ECA.....	142
3.5.	Flujo del sistema de residuos sólidos.....	144
3.6.	Indicadores de seguimiento y evaluación	146
3.6.1.	Tasa de aprovechamiento de residuos reciclables (%)	147
3.6.2.	Porcentaje de rechazo (%):	148
	Mide la cantidad de residuos no aprovechables generados durante el proceso de clasificación.	148
3.6.3.	Indicadores ambientales	148
3.6.4.	Indicadores sociales	149
3.6.5.	Indicadores económicos.....	150

4. VALIDACIÓN DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL DEL MODELO PROPUESTO E IMPACTOS POTENCIALES.	151
4.1. Viabilidad social	152
4.2. Viabilidad Ambiental.....	166
4.3. Viabilidad Económica.....	169
4.3.1. Precio de compra y venta de materiales. Empresas recuperadoras Galapa Atlántico	171
4.3.2. Proyección de ingresos	172
4.3.3. Comparativa de ingresos por material (Año 1, 2026).....	173
4.3.4. Presupuesto de inversión y costo	175
4.3.5. Inversión en activos	177
4.3.6. Egresos.....	178
4.3.7. Estado de resultados.....	180
4.3.8. Punto de equilibrio.....	182
4.3.9. Flujo de caja.....	183
5. CONCLUSIONES.....	188
6. RECOMENDACIONES.....	190
7. REFERENCIAS.....	192

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo formular y validar un modelo de gestión integral para la implementación de una Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) de residuos sólidos reciclables en el municipio de Galapa, Atlántico, bajo un enfoque de sostenibilidad ambiental, inclusión social y viabilidad económica. El estudio se desarrolló a partir de un proceso de caracterización dirigido a hogares, recicladores de oficio, unidades productivas y empresas recuperadoras, con el propósito de identificar las condiciones actuales de generación, aprovechamiento y comercialización de residuos sólidos en el municipio.

La metodología empleada correspondió a un enfoque mixto con alcance descriptivo y aplicado, utilizando instrumentos de recolección de información como encuestas, observación en campo y análisis documental, complementados con el diseño de un modelo técnico, operativo y financiero para la implementación de la ECA. Los resultados evidenciaron una alta disposición de la comunidad y de los diferentes actores hacia la separación en la fuente, entrega de materiales aprovechables y participación en procesos de aprovechamiento y formalización.

Desde el componente ambiental, se estimó un potencial de aprovechamiento aproximado de 117,5 toneladas mensuales de residuos reciclables en el municipio, planteándose una capacidad operativa inicial de 28 toneladas mensuales para la ECA, bajo un enfoque progresivo y acorde con las condiciones reales del territorio. Asimismo, se

identificó que la implementación del modelo contribuiría a la reducción de residuos enviados al relleno sanitario, fortalecimiento de la economía circular y disminución de impactos ambientales asociados a la gestión inadecuada de residuos sólidos.

En el componente económico, el análisis financiero proyectado para el periodo 2026-2030 permitió identificar un crecimiento progresivo de los ingresos derivados de la comercialización de materiales reciclables, evidenciando que, aunque el proyecto presenta pérdidas durante los primeros años de operación, logra estabilizarse y alcanzar condiciones de sostenibilidad operativa en el mediano plazo.

Finalmente, se concluye que el modelo propuesto para la implementación de una Estación de Clasificación y Aprovechamiento en el municipio de Galapa presenta viabilidad técnica, social y ambiental, además de condiciones favorables para su sostenibilidad económica a mediano y largo plazo, constituyéndose como una estrategia orientada al fortalecimiento de la gestión integral de residuos sólidos y al desarrollo sostenible del municipio.

Palabras clave: residuos sólidos, aprovechamiento, ECA, economía circular, reciclaje, viabilidad, gestión ambiental.

ABSTRAC

This research aimed to formulate and validate an integrated management model for the implementation of a recyclable solid waste Classification and Utilization Station (ECA) in the municipality of Galapa, Atlántico, under an environmental sustainability, social inclusion, and economic feasibility approach. The study was developed through a characterization process involving households, waste pickers, productive units, and recycling companies, in order to identify the current conditions of waste generation, recovery, and commercialization within the municipality.

The methodology followed a mixed-method approach with a descriptive and applied scope, using data collection instruments such as surveys, field observation, and documentary analysis, complemented by the design of a technical, operational, and financial model for the implementation of the ECA. The results revealed a high willingness among the community and the different stakeholders to participate in source separation, delivery of recyclable materials, and formalization and recovery processes.

From the environmental perspective, the study estimated a recovery potential of approximately 117.5 tons per month of recyclable waste in the municipality. Based on this, an initial operational capacity of 28 tons per month was proposed for the ECA, following a progressive approach consistent with the real conditions of the territory. Likewise, the implementation of the model would contribute to reducing waste disposal in landfills, strengthening the circular economy, and decreasing environmental impacts associated with inadequate solid waste management.

Regarding the economic component, the financial analysis projected for the 2026-2030 period identified a progressive increase in revenues generated from the commercialization of recyclable materials. Although the project presents losses during the first years of operation, it gradually achieves operational stability and medium-term sustainability conditions.

Finally, it is concluded that the proposed model for the implementation of a Classification and Utilization Station in the municipality of Galapa presents technical, social, and environmental feasibility, as well as favorable conditions for medium- and long-term economic sustainability, constituting a strategy aimed at strengthening integrated solid waste management and promoting sustainable local development.

Keywords: solid waste, recycling, circular economy, waste recovery, ECA, environmental management, feasibility.

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Principales normas que sustentan el proyecto.....	42
Tabla 2 Toneladas Recolectadas en el Municipio (Cobertura por Triple A).....	57
Tabla 3 Toneladas Recolectadas en el Municipio (Cobertura por Agua Caribe 2024) ..	57
Tabla 4 Macro rutas y frecuencia de recolección presentada por el servicio de aseo Triple A	59
Tabla 5 Macro rutas presentada por el servicio de aseo Agua Caribe.....	60
Tabla 6 Frecuencia de recolección y transporte reportado por Agua Caribe.....	60
Tabla 7 Estructura funcional del modelo	128
Tabla 8 Distribución de áreas de la ECA y criterios de diseño	136
Tabla 9 Estructura organizacional ECA	139
Tabla 10 Cantidades (Ton) recuperadas por las empresas recuperadoras en el municipio	165
Tabla 11 Cantidades (Ton) recuperadas por las empresas recuperadoras en el municipio	166
Tabla 12 Precio de compra y venta de materiales. Empresas recuperadoras Galapa Atlántico.....	169
Tabla 13 Tabla comparativa de ingresos por material (Año 1, 2026).....	171
Tabla 14 Proyección de ingresos por material 2026-2030.....	172
Tabla 15 Presupuesto de inversión y costo	173
Tabla 16 Inversión de activos.....	175
Tabla 17 Egresos	177
Tabla 18 Estado de resultados	179

<i>Tabla 19 Punto de equilibrio.....</i>	<i>181</i>
<i>Tabla 20 Flujo de caja.....</i>	<i>183</i>

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa del Municipio de Galapa.....	51
Figura 2 Número de personas que habitan en la vivienda	64
Figura 3 ¿En su hogar se generan residuos todos los días?	65
Figura 4 ¿Qué tipo de residuos se generan con mayor frecuencia en su hogar?	66
Figura 5 ¿Con que frecuencia saca los residuos para la recolección?	67
Figura 6 ¿En su hogar separan los residuos?	68
Figura 7 Si su respuesta fue si o a veces ¿Qué materiales separan?	69
Figura 8 ¿Cómo clasifica el manejo de residuos en su sector?	70
Figura 9 ¿Ha identificado puntos de acumulación de basura cerca de su vivienda?	71
Figura 10 ¿Cuánto cree que pesa aproximadamente la cantidad de residuos que genera en su hogar al día?	72
Figura 11 De los residuos que genera en su hogar ¿Qué porcentaje considera que podría reciclarse o aprovecharse?	73
Figura 12 ¿Qué cantidad de material reciclable cree que podría entregar semanalmente	73
Figura 13 Tipo de organización.....	75
Figura 14 Tiempo de funcionamiento de su organización	76
Figura 15 ¿Qué actividades realiza la empresa?	77
Figura 16 ¿Qué materiales comercializa?	78
Figura 17 ¿Cuál es la cantidad aproximada de material que maneja mensualmente? ...	79
Figura 18 ¿Cómo obtiene principalmente el material?	80
Figura 19 ¿Qué criterios utiliza para comprar el material reciclable?	81

Figura 20 ¿Compra el material a asociaciones u organizaciones?	82
Figura 21 ¿Qué problemas observa con mayor frecuencia en el material que recibe? ..	83
Figura 22 ¿Los precios de compra del material reciclable varían con frecuencia?	84
Figura 23 ¿Qué factores influyen en el precio del material?	84
Figura 24 ¿Qué materiales tienen actualmente mayor demanda comercial?	85
Figura 25 ¿Qué materiales presentan menor salida comercial?	86
Figura 26 Sexo	87
Figura 27 Edad.....	88
Figura 28 Nivel educativo	88
Figura 29 Cuánto tiempo lleva trabajando como reciclador(a)?	89
Figura 30 ¿Trabaja de manera individual o asociada	90
Figura 31 ¿Con qué frecuencia trabaja en la semana?	90
Figura 32 ¿Cuenta con algún medio de transporte para recolectar material?	91
Figura 33 ¿Usa elementos de protección personal?	92
Figura 34 ¿Cuáles utiliza?	92
Figura 35 ¿Cuenta con afiliación a seguridad social.....	93
Figura 36 ¿Qué materiales recoge con mayor frecuencia?	94
Figura 37 ¿Cuál es el material que más recoge	95
Figura 38 ¿Cuántos kilogramos de material recolecta aproximadamente por día?	96
Figura 39 ¿Cuántos kilogramos vende aproximadamente por semana?	96
Figura 40 ¿A quién vende el material recuperado	97
Figura 41 ¿Considera justo el precio que recibe por el material?	98

Figura 42 ¿Cuánto le pagan aproximadamente por kilogramo del material que más vende?	98
Figura 43 ¿Cuál es el material que más ingresos le genera?	99
Figura 44 ¿Cuál es su ingreso promedio semanal?	100
Figura 45 ¿Tiene un lugar fijo para clasificar o almacenar el material?	100
Figura 46 Tipo de establecimiento:	101
Figura 47 ¿El establecimiento genera residuos diariamente?	102
Figura 48 ¿Qué tipo de residuos genera con mayor frecuencia?	103
Figura 49 ¿Cómo almacena los residuos?	104
Figura 50 ¿Separa los residuos en el establecimiento?	105
Figura 51 ¿Qué materiales separa?	105
Figura 52 ¿Cuántos residuos genera aproximadamente su establecimiento al día?	106
Figura 53 ¿Quién recoge los residuos del establecimiento?	107
Figura 54 ¿Entrega materiales aprovechables a recicladores o bodegas?	108
Figura 55 Si responde sí, indique cuáles materiales entrega:	108
Figura 56 Actualmente, que hace con ese material reciclable	109
Figura 57 Tipo de sitio observado	112
Figura58 Tipo de residuos observados	113
Figura59 Presencia de residuos acumulados	114
Figura60 Presencia de animales	114
Figura61 Malos olores	115
Figura62 Evidencia de separación en la fuente	116
Figura63 Existencia de contenedores o recipientes	116

Figura64 Recolección oportuna del servicio de aseo	117
Figura65 Nivel de afectación observado	118
Figura 66 Tipo de generador	119
Figura67 Número de personas en hogar y/o comercio.....	119
Figura68 Peso total de la muestra	120
Figura69 Clasificación por tipo de residuo	121
Figura 70 Si existiera una recuperadora organizada en el municipio, ¿con qué frecuencia entregaría residuos aprovechables?	149
Figura 71 ¿Considera importante que exista una recuperadora de residuos sólidos en el municipio?.....	150
Figura 72 ¿Qué beneficios cree que traería una recuperadora al municipio?	151
Figura 73 ¿Estaría usted dispuesto a comprar material proveniente de una nueva recuperadora en Galapa?.....	152
Figura 74 Desde su experiencia, ¿considera viable la creación de una recuperadora en Galapa?.....	153
Figura 75 ¿Cuáles serían las principales ventajas de una recuperadora en el municipio?	153
Figura 76 ¿Estaría dispuesto a establecer alianzas comerciales o técnicas con una recuperadora en Galapa?.....	154
Figura 77 ¿Qué tipo de alianza podría establecer?	155
Figura 78 ¿Cuáles serían las principales ventajas de una recuperadora en el municipio?	155
Figura 79 ¿Le gustaría formar parte de una recuperadora u organización formal?....	157

Figura 80 ¿Qué beneficios esperaba obtener?.....	157
Figura 81 ¿Estaría dispuesto(a) a vender directamente a una recuperadora local si le ofrecen mejores condiciones?.....	158
Figura 82 ¿Qué apoyo considera necesario para vincularse a una recuperadora?	159
Figura 83 ¿Estaría dispuesto(a) a separar y entregar materiales aprovechables a una recuperadora local?.....	160
Figura 84 ¿Qué condiciones facilitarían su participación?	160
Figura 85 ¿Con qué frecuencia podría entregar materiales aprovechables a una recuperadora?.....	161

LISTA DE ILUSTRACIONES

<i>Ilustración 1 Integración de actores y gobernanza del sistema.....</i>	<i>131</i>
<i>Ilustración 2 Distribución de áreas de la ECA.....</i>	<i>139</i>
<i>Ilustración 3 Estructura organizacional de la ECA.....</i>	<i>142</i>
<i>Ilustración 4 Flujograma del proceso operativo de la ECA.....</i>	<i>144</i>

1. ANTEPROYECTO

1.1. INTRODUCCIÓN

El incremento sostenido en la generación de residuos sólidos se ha consolidado como uno de los principales desafíos ambientales, sociales y económicos a escala global, particularmente en los países en desarrollo. El crecimiento poblacional, la expansión urbana y los actuales patrones de producción y consumo han intensificado la presión sobre los sistemas de gestión de residuos, poniendo en evidencia limitaciones en la infraestructura disponible, en los procesos de aprovechamiento y en la articulación entre los actores que intervienen en la cadena de gestión. (ACIS, 2026). En este contexto, una gestión ineficiente de los residuos sólidos genera impactos negativos sobre el entorno natural, la salud pública y la sostenibilidad de los sistemas urbanos, además de contribuir a la pérdida de materiales con alto potencial de valorización, desaprovechando oportunidades para el fortalecimiento de la economía circular y el desarrollo sostenible.

En Colombia, si bien existe un marco normativo sólido orientado a la gestión integral de los residuos sólidos, la disposición final en rellenos sanitarios continúa siendo la alternativa predominante dentro del sistema de manejo, lo que evidencia una baja efectividad en la jerarquización de las opciones de gestión. Los niveles de aprovechamiento de residuos sólidos aprovechables siguen siendo reducidos, reflejando deficiencias estructurales en los procesos de separación en la fuente, recolección selectiva y valorización de materiales.

Frente a este panorama, la implementación de una recuperadora de residuos sólidos se configura como una alternativa estratégica para el fortalecimiento del componente de

aprovechamiento del sistema de gestión integral de residuos sólidos, orientada a la recuperación, clasificación y valorización de residuos aprovechables. Esta estrategia promueve la transición hacia esquemas de economía circular, contribuye a la reducción de los volúmenes de residuos destinados a disposición final en rellenos sanitarios y favorece la inclusión social y productiva de los recicladores de oficio dentro de la cadena de aprovechamiento.

En este sentido, el presente estudio tiene como objetivo evaluar la viabilidad económica, social y ambiental para la implementación de una recuperadora de residuos sólidos en el municipio de Galapa, departamento del Atlántico. Para tal fin, se desarrolla una caracterización técnica de las condiciones actuales de generación, manejo, aprovechamiento y disposición final de los residuos sólidos, con el fin de identificar brechas, oportunidades y limitaciones del sistema de gestión existente.

Asimismo, se formula un modelo de gestión integral de residuos sólidos ajustado al contexto territorial, operativo y normativo local, incorporando criterios de eficiencia técnica, sostenibilidad ambiental y viabilidad socioeconómica. De manera complementaria, se realiza el análisis de costos, beneficios e impactos potenciales asociados a la implementación y operación de la recuperadora, considerando aspectos económicos, sociales y ambientales, como soporte técnico para la toma de decisiones en materia de gestión integral de residuos sólidos a nivel municipal.

1.2.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El manejo inadecuado de los residuos sólidos continúa siendo uno de los principales desafíos ambientales en América Latina y el Caribe. Según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2024) en la región se generaron aproximadamente 231 millones de toneladas de residuos sólidos municipales, y menos del 5% de ellos fueron reciclados o aprovechados de una manera eficiente. Factores como la expansión urbana, el (PGIRS, 2025) incremento en los niveles de consumo y la limitada infraestructura para la gestión integral de residuos han generado impactos negativos en el ambiente, la salud pública y la economía regional. En Colombia, la gestión de residuos sólidos continúa dependiendo principalmente de la disposición final en rellenos sanitarios, lo que evidencia limitaciones en los procesos de aprovechamiento y recuperación de materiales reciclables, De acuerdo con el Informe Nacional de Disposición Final de Residuos Sólidos (Superservicios, 2023), en el país se dispusieron en promedio 11.983.709 toneladas de residuos sólidos durante ese año, de las cuales el 96,7% terminó en rellenos sanitarios. En contraste, el Informe Sectorial de la Actividad de Aprovechamiento (Superservicios, 2023) reportó únicamente 2.402.810 toneladas aprovechadas, lo que representa un 18,31% de los residuos gestionados. Esto refleja una limitada infraestructura para el aprovechamiento y una brecha significativa entre la generación y la valorización de los residuos. El departamento del Atlántico se encuentra entre las regiones con mayor volumen de disposición final en Colombia, con un promedio de 2.715 toneladas diarias en 2022, según la Superservicios. Aunque la cobertura de disposición final autorizada alcanza el 100% de los municipios, las tasas de aprovechamiento siguen siendo bajas: apenas 94.986 toneladas fueron recuperadas en 2023, lo que equivale al 3,95% del total nacional. De los materiales aprovechados, el papel y cartón (47,7%) y los plásticos (42,2%) constituyen la mayor

proporción, lo que demuestra un potencial significativo para fortalecer la economía circular en la región. (Superservicios, 2023).

En el municipio de Galapa, Atlántico, la prestación del servicio público de aseo se encuentra a cargo de las empresas Triple A S.A. E.S.P. y Aqualia S.A. E.S.P. En particular, Aqualia presta sus servicios en la urbanización Villa Olímpica desde septiembre de 2025, en reemplazo de Agua Caribe S.A. E.S.P., por lo cual parte de la información de línea base proviene del operador anterior. La empresa Triple A S.A. E.S.P., como prestadora del servicio público de aseo, desarrolla la actividad de recolección de residuos sólidos bajo la modalidad puerta a puerta, cumpliendo con frecuencias y horarios previamente establecidos y socializados con la comunidad usuaria. En este contexto, los habitantes y establecimientos comerciales del municipio tienen la responsabilidad de realizar un almacenamiento adecuado de los residuos y presentarlos oportunamente para su recolección. Sin embargo, este sistema se enfoca principalmente en la recolección, transporte y disposición final, sin garantizar de manera efectiva el aprovechamiento de los residuos generados.

De acuerdo con lo establecido en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del municipio de Galapa, persisten limitaciones en el componente de aprovechamiento, evidenciadas en la baja recuperación de materiales reciclables, la débil implementación de rutas selectivas y la necesidad de fortalecer la infraestructura destinada a la clasificación y valorización de residuos. Asimismo, aunque el PGIRS contempla estrategias como la implementación de Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento (ECA), la inclusión de recicladores de oficio y la promoción de la separación en la fuente, estas acciones aún se encuentran en proceso de consolidación.

Adicionalmente, factores como la falta de cultura ciudadana en la separación de residuos, la limitada articulación entre los actores del sistema, así como la presencia de actores de aprovechamiento que operan de manera aislada y con limitada articulación al sistema formal, lo que reduce la eficiencia en la recuperación de materiales reciclables, generando impactos ambientales, pérdida de valor económico de los materiales y desaprovechamiento de oportunidades de inclusión social para los recicladores de oficio.

En este sentido, se hace necesario plantear alternativas que permitan fortalecer el componente de aprovechamiento en el municipio, mediante soluciones técnicas, económicas y socialmente viables que promuevan la recuperación de residuos, la implementación de esquemas de economía circular y la optimización del sistema de gestión integral de residuos sólidos. Por lo anterior, surge la necesidad de evaluar la viabilidad económica, social y ambiental para la creación de una recuperadora de residuos sólidos en el municipio de Galapa, Atlántico, como una estrategia que contribuya a mejorar las condiciones actuales del manejo de residuos y a reducir la cantidad de materiales dispuestos en rellenos sanitarios.

De esta manera, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo se puede llevar a cabo la creación de una recuperadora de residuos sólidos en el municipio de Galapa, Atlántico, considerando los factores económicos, sociales y ambientales?

1.3.JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se justifica en la necesidad de fortalecer los procesos de gestión integral de residuos sólidos en el municipio de Galapa, Atlántico, mediante la evaluación de una alternativa técnica, económica, social y ambiental como lo es la creación de una recuperadora de residuos sólidos. Esta propuesta se enmarca en los desafíos actuales del país en materia de aprovechamiento, considerando que, a nivel nacional, la disposición final en rellenos sanitarios continúa siendo la principal alternativa de manejo, representando aproximadamente el 96,7 % de los residuos generados, Aunque se han implementado programas de aprovechamiento, apenas alrededor del 18 % de los residuos generados son reciclados o valorizados (Superservicios, 2023), lo que evidencia la necesidad de fortalecer los procesos de recuperación y clasificación como estrategia para disminuir la presión sobre los sistemas de disposición final.

En el departamento del Atlántico, aunque se cuenta con cobertura total en la prestación del servicio de aseo, los niveles de aprovechamiento siguen siendo bajos. Para el año 2023 se reportaron 94.986 toneladas de residuos aprovechados, lo que representa cerca del 3,9 % del total nacional (Superservicios, 2023). Esta situación evidencia la necesidad de fortalecer estrategias locales que permitan aumentar la valorización de residuos y avanzar hacia modelos de economía circular. En el caso del municipio de Galapa, si bien existen actores vinculados al aprovechamiento como: recicladores de oficio, bodegas y organizaciones en proceso de formalización, persisten limitaciones asociadas a la articulación del sistema, la tecnificación de los procesos y la consolidación de infraestructura adecuada para la clasificación y aprovechamiento de residuos, tal como se evidencia en los lineamientos del PGIRS municipal.

Esta situación reduce la eficiencia en la recuperación de materiales y limita el aprovechamiento de residuos potencialmente reciclables.

Desde el componente social, el proyecto cobra relevancia al contribuir al fortalecimiento y la inclusión de los recicladores de oficio, quienes desempeñan un papel fundamental en la cadena de aprovechamiento, pero que históricamente han enfrentado condiciones de vulnerabilidad. De acuerdo con la normativa nacional, como el Decreto 596 de 2016 y la Resolución CRA 720 de 2015, su formalización e inclusión en el servicio público de aseo es un elemento clave para garantizar una gestión más equitativa y sostenible. En este sentido, la implementación de una recuperadora permitiría generar condiciones más dignas de trabajo, mejorar sus ingresos y fortalecer sus capacidades organizativas. En el ámbito económico, el proyecto representa una oportunidad para optimizar el aprovechamiento de residuos, reducir los costos asociados a la disposición final y dinamizar la economía local mediante la generación de empleo verde y el fortalecimiento de cadenas productivas basadas en la valorización de residuos.

Desde la perspectiva ambiental, la creación de una recuperadora contribuiría a la disminución de los residuos enviados a disposición final, reduciendo la presión sobre los rellenos sanitarios y mitigando impactos asociados como la generación de gases de efecto invernadero y la contaminación del suelo y agua. Asimismo, promueve la cultura de separación en la fuente y el uso eficiente de los recursos, en coherencia con los principios de la gestión integral de residuos sólidos. Finalmente, este proyecto se alinea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, especialmente los ODS 8 (trabajo decente y crecimiento económico), 11 (ciudades y comunidades sostenibles), 12 (producción y consumo responsables) y 13 (acción por el clima), aportando a la construcción de un modelo de desarrollo territorial sostenible para el municipio de Galapa. En este contexto, la investigación no solo responde a una problemática identificada, sino

que también propone una solución viable que integra dimensiones técnicas, sociales, económicas y ambientales, contribuyendo al fortalecimiento del sistema de gestión de residuos sólidos en el municipio.

1.4.OBJETIVOS

1.4.1. Objetivo General

Evaluar la viabilidad económica, social y ambiental para la creación de una recuperadora de residuos sólidos en Galapa, Atlántico.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar las condiciones actuales de generación, gestión y disposición de los residuos sólidos en el municipio de Galapa, Atlántico.
- Diseñar un modelo de gestión integral para la implementación de una recuperadora de residuos sólidos en el municipio de Galapa, Atlántico, acorde con el contexto técnico y normativo local.
- Determinar la viabilidad económica, social y ambiental del modelo propuesto mediante la estimación de costos, beneficios e impactos potenciales.

1.5. MARCO REFERENCIAL

1.5.1. Marco Teórico

El presente apartado detalla las teorías que se consideran fundamentales para el desarrollo de la presente investigación

1.5.1.1 Teoría económica institucional.

La teoría económica institucional, desarrollada por Douglas North, plantea que las instituciones tanto formales (leyes, normas, políticas) como informales (costumbres, valores y prácticas sociales) determinan en gran medida el comportamiento económico de una sociedad y las condiciones bajo las cuales se desarrollan sus actividades productivas (Pulido y Mogollón, 2002).

Desde esta perspectiva, las instituciones actúan como un marco regulador que influye directamente en la creación, sostenibilidad y eficiencia de los proyectos económicos.

Aplicada al contexto de la gestión de residuos sólidos, esta teoría permite comprender cómo las políticas públicas, los marcos regulatorios ambientales y las asociaciones de recicladores condicionan la posibilidad de establecer una recuperadora en Galapa. La existencia de normativas como la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (PNGIRS) y los lineamientos del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) municipal representan las “reglas del juego” que orientan el aprovechamiento, la economía circular y la formalización de los recicladores. Por tanto, analizar las instituciones locales y regionales es

esencial para evaluar la viabilidad económica y social del proyecto, ya que estas determinan el acceso a incentivos, permisos y alianzas estratégicas que permitirán su implementación exitosa (Fong, 2017).

1.5.1.2. Teoría de recursos y capacidades.

La teoría de recursos y capacidades, formulada inicialmente por Wernerfelt (1984) y desarrollada posteriormente por Barney (1991), sostiene que la ventaja competitiva de una organización depende de su habilidad para gestionar y combinar eficazmente sus recursos tangibles infraestructura, maquinaria, materiales e intangibles conocimiento, organización, reputación y talento humano.

Según Fong Reynoso (2017), esta teoría busca identificar cómo los recursos estratégicos permiten a una empresa alcanzar sostenibilidad en el tiempo, siempre que sean valiosos, raros, inimitables y organizados adecuadamente. En el contexto del proyecto propuesto, esta teoría resulta clave para evaluar los elementos internos necesarios para la creación de la recuperadora de residuos sólidos en Galapa. El capital humano representado por los recicladores locales y su conocimiento empírico constituye un recurso esencial que debe fortalecerse mediante procesos de formalización, capacitación y organización comunitaria. Asimismo, los recursos físicos infraestructura, equipos de clasificación y transporte y financieros determinan la viabilidad económica y operativa del proyecto.

Por tanto, esta teoría permite analizar si el municipio cuenta con las capacidades y recursos suficientes para garantizar la sostenibilidad social, económica y ambiental de la recuperadora.

1.5.1.3. Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS)

La Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) se define como el conjunto de actividades técnicas, administrativas, financieras y sociales orientadas a la prevención, reducción, aprovechamiento, tratamiento y disposición final adecuada de los residuos, con el fin de minimizar sus impactos ambientales y sanitarios. Este enfoque promueve la articulación entre actores públicos, privados y comunitarios, integrando principios de sostenibilidad y responsabilidad compartida. En Colombia, las políticas que rigen los sistemas de gestión integral de residuos sólidos están reguladas por la ley COMPES 3874 de 2016 y se materializa a través de instrumentos como los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), que establecen lineamientos para la gestión territorial de los residuos, incluyendo el componente de aprovechamiento como parte del servicio público de aseo (ATICA , 2026).

1.5.1.4. Economía circular

La economía circular es un modelo de producción y consumo que busca mantener los recursos en uso el mayor tiempo posible, reduciendo la generación de residuos mediante estrategias como reutilización, reciclaje, remanufactura y valorización. A diferencia del modelo lineal tradicional (extraer–producir–desechar), la economía circular promueve el cierre de ciclos materiales y energéticos. En el contexto de la gestión de residuos, la implementación de infraestructuras de recuperación contribuye directamente a la transición hacia sistemas

circulares, fortaleciendo cadenas de valor locales y reduciendo la presión sobre rellenos sanitarios, (Parlamento Europeo, 2023).

1.5.2. Estado Del Arte

La creciente valorización de los residuos sólidos ha abierto un nicho de mercado que combina rentabilidad económica con responsabilidad social. Es por eso por lo que destacamos el trabajo investigativo presentado por el investigador Juan Camilo Mancera Rodríguez, publicado en el año 2023, titulado: Modelo de negocio para una ECA (estación de clasificación y aprovechamiento) en el municipio de gacheta Cundinamarca, el cual tiene como objetivo diseñar un modelo de negocio para una ECA que responda a las necesidades técnicas, del mercado, legales y financieras de esa localidad. A través de una metodología con un enfoque mixto, incluyendo estimaciones de inversión, costos operativos, ingresos por venta de residuos aprovechables, y análisis de viabilidad financiera (VAN y TIR). dentro de los resultados obtenidos: En relación a la separación de residuos sólidos, se destacó que solo el 30 % de los habitantes realiza separación en la fuente, debido principalmente a la falta de educación ambiental o percepción de utilidad; además, identificaron ineficiencias como carencia de puntos de acopio y continuidad irregular del servicio de aseo, igualmente se determinó que implementar una ECA permitiría optimizar la recepción, clasificación, procesamiento y comercialización de residuos, reduciendo el envío a rellenos generando beneficios ambientales y económicos, Con proyecciones financieras favorables. No obstante, se recomendaron acciones como fortalecer la sensibilización comunitaria, mejorar las infraestructuras de recolección y garantizar el cumplimiento normativo para asegurar la viabilidad operativa y social de la ECA en Gachetá (Mancera, 2023).

Las investigaciones recientes han abordado diversos enfoques sobre la gestión y recuperación de residuos sólidos aprovechables, aspecto central de este estudio. Uno de ellos desarrollado por investigadores: Isabela Castro, Maria Barvo, publicado en el año 2023, titulado Estudio de Viabilidad para el Montaje de una Empresa Recuperadora de Residuos Sólido-Aprovechables en el Municipio de Soledad, Atlántico. El cual tuvo como objetivo evaluar la factibilidad técnica, económica, ambiental y social para implementar una empresa formal que realice la recolección, clasificación y comercialización de materiales reciclables en Soledad atlántico. lográndolo por medio de la metodología de alcance descriptivo, con un enfoque cuali-cuantitativo.

Dentro de los resultados obtenidos, el estudio evidencio que gran parte de las empresas en el municipio no realizan procesos de reciclajes estructurados, pero existe una alta disposición a contratar servicios de aprovechamiento de residuos sólidos. Igualmente se identificó además que los residuos más generados corresponden a cartón, papel, vidrio, aluminio y plásticos PET. Así mismo, se determinó que la recolección de estos materiales la realizan en gran medida recicladores informales y personas en condición de calle, sin condiciones técnicas ni sanitarias adecuadas.

El análisis financiero presentado demostró la viabilidad económica del proyecto, proyectando márgenes de rentabilidad positivos y resaltando la necesidad de formalizar la cadena de aprovechamiento (Castro y Barvo, 2023).

En las producciones académicas focalizadas en la recuperación de residuos sólidos, destaca el estudio realizado por Angelica María González Marín, publicado en 2019, titulado: Estudio de viabilidad comercial para la creación de una empresa recuperadora de residuos

sólidos en el municipio de Santa Rosa de Cabal, Risaralda. El cual tuvo como objetivo analizar la factibilidad comercial de establecer una empresa formal dedicada a la recolección, recuperación y comercialización de materiales reciclables en dicho municipio. Llevándolo por medio de la investigación descriptiva con una metodología cuantitativa

Dentro de los resultados obtenidos se determinó que el mercado de reciclaje en Santa Rosa de Cabal tiene como rasgos la informalidad laboral elevada, la falta de salarios dignos y la ausencia de cobertura en términos de seguridad social lo cual tiene como consecuencia desleal, explotación los trabajadores quienes en gran parte son habitantes de calle, quienes operan sin organización ni condiciones sanitarias adecuada. Igualmente se terminó que aunque el municipio es un "Destino Turístico Sostenible", no tiene sistemas oficiales para manejar los residuos, lo cual causa efectos en el medioambiente y la sociedad. Por último, se destacó que, para optimizar la calidad del material recuperado y hacer viable la empresa, son cruciales tanto la separación en la fuente como la participación de la comunidad. (Gonzales, 2019).

En las producciones académicas centradas en la recuperación de residuos sólidos, se destaca el estudio de Bernal Jaramillo y Ramírez Aragón del año 2024 la cual lleva como título viabilidad de creación de una empresa sostenible desde el punto de vista social, ambiental e incidencia económica para la prestación de servicios públicos en la recolección de residuos sólidos especializados en el valle del cauca. Teniendo como objetivo analizar la viabilidad de una empresa dedicada a la recolección de residuos especializados, abordando aspectos sociales, ambientales y financieros. lográndolo a través de la metodología de investigación cualitativa por la naturaleza del tratamiento de datos y la característica de sus fuentes, siendo una investigación directa o de campo.

Dentro de los resultados obtenidos desde el aspecto social, se destaca la creación de puestos de trabajo y la promoción de la conciencia ambiental a través de la inclusión en las comunidades. Para el medio ambiente, se sugiere poner en marcha tecnologías que disminuyan la contaminación y fomenten la economía circular, en términos financieros se realizó un estudio financiero de la inversión, los costos, los ingresos esperados, el flujo de caja y el valor presente neto; se determina que el modelo es económicamente sostenible.

El análisis de esta investigación revela que, a pesar de la necesidad de resolver problemas de disposición inadecuada y contaminación, los resultados muestran que la empresa es financieramente inviable y presenta pérdidas. El acero es rentable, pero el plomo y el plástico elementos esenciales en la fabricación de baterías, presentan bajos márgenes de rentabilidad e incluso generan pérdidas, lo que crea una contradicción. Aunque el objetivo de mitigar la contaminación es importante, la rentabilidad financiera es crucial para la viabilidad a largo plazo. (Bernal, 2024).

En las producciones académicas focalizadas en la recuperación de residuos sólidos, destaca la investigación de las investigadoras Adriana Mercedes Rodríguez Salazar y Lady Mariana Morales Aguilar, Publicado en 2022, titulada Estudio de factibilidad para la creación de una empresa transformadora de plástico posconsumo en el municipio de Villa del Rosario bajo el modelo de economía circular en la gestión de los residuos sólidos. La cual tiene como objetivo en evaluar la posibilidad de una compañía que convierta plástico posconsumo, siguiendo los principios de economía circular y con un enfoque socioambiental. Logrando esto a través de una metodología con enfoque descriptivo, cuantitativo y de campo. Con el fin de analizar la oferta y demanda del mercado, diagnosticar aspectos técnicos, administrativos legales y financieros, así como para proponer un modelo operativo sostenible. Como resulta se obtuvo que el proyecto es

factible y sugirieron fundar Reciplast de la Frontera S.A.S., una planta situada en el corregimiento La Parada, incluyendo a recicladores de oficio, con la idea de negocio base de fabricar bolsas y materias primas recicladas e implementar principios de circularidad. La investigación evidenció que el modelo tiene la capacidad de producir un efecto positivo al transformar plásticos posconsumo en productos y materias primas nuevas, fomentar la inclusión social y contribuir con el modelo industrial local. Todo esto ha sido respaldado por indicadores operativos y financieros sólidos como la Tasa Interna de Retorno y el Valor Actual Neto favorables que avalan la viabilidad del proyecto (Rodríguez y Morales, 2022).

Así mismo, diversas investigaciones han abordado diversos enfoques sobre la gestión y recuperación de residuos sólidos urbanos, tema central de este estudio. En ese marco se destaca la investigación de Álvaro Andrés Martínez Montoya, publicada en el año 2023, la cual lleva como título Evaluación de factibilidad de una innovación tecnológica para la innovación social, una propuesta alternativa para la disposición final de residuos sólidos urbanos en el municipio de Dosquebradas, Risaralda, Colombia, cuyo objetivo fue evaluar la viabilidad técnica, económica y social de una propuesta tecnológica alternativa para el manejo final de los residuos sólidos urbanos en esa localidad. Para el cual se utilizó una metodología enmarcada modelo de innovación social, con una perspectiva cualitativa y descriptiva con fin de realizar una evaluación comparativa de alternativas de innovación tecnológica con potencial de generar innovación social. Como resultado se pudo obtener que la tecnología TW, que se enfoca en la esterilización de desechos sólidos a gran escala, es la opción más apropiada. Esta tecnología facilita la disminución del volumen de residuos en un 80%, lo que reduce considerablemente la dependencia respecto al relleno sanitario y produce beneficios ambientales directos. Asimismo, su puesta en práctica tiene un impacto positivo en múltiples ODS, tales como Producción y

consumo responsables; Acción por el clima; Vida de los ecosistemas terrestres; Energía asequible y no contaminante; industria innovación e infraestructura. Siguiendo la hoja de ruta que ha establecido la Agenda de las Naciones Unidas y tomando medidas con una perspectiva de gestión participativa, desde abajo hacia arriba, involucrando activamente a la comunidad y autoridades locales. Estos objetivos pueden lograrse para el año 2030, según lo indicado en la investigación (Martinez, 2023).

Los estudios recientes han tratado diferentes perspectivas acerca de la gestión y recuperación de residuos sólidos aprovechables, lo que ha posibilitado el entendimiento no solo de los desafíos técnicos, sino también de las implicaciones normativas, económicas y sociales asociadas con estos procesos. Un aporte relevante en esta materia es el trabajo investigativo desarrollado por Jenni Catherine Mateus Fonseca, Edwin Augusto Rosas Sua y Leidy Johana Mesa Callejas, titulado Viabilidad normativa y análisis del impacto económico, social y ambiental generado por la Asociación Recuperadora Mundo Verde. Publicada en el año 2020, El cual tuvo como objetivo analizar si las actividades de la mencionada asociación cumplían con los lineamientos legales establecidas en Colombia para el sector de aprovechamiento, y a la vez examinar los obstáculos y beneficios que su operación ha tenido en términos de sostenibilidad integral. Para lograr este objetivo se utilizó una metodología tipo mixta. Los resultados de la investigación revelaron que la Asociación Mundo Verde, aunque estaba legalmente autorizada para operar, necesitaba mejorar su cumplimiento con los requisitos específicos para organizaciones de recicladores, especialmente en cuanto a documentación y actualizaciones ante las autoridades ambientales. En el ámbito económico, se encontró que el manejo de residuos generaba ingresos sostenibles, pero su estabilidad dependía de mejorar la logística, la clasificación de materiales y formar alianzas estratégicas que facilitaran la venta directa de

productos reciclados. La investigación mostró avances en la formalización y dignificación de los recicladores, permitiéndoles acceder a capacitación técnica y seguridad social. En el aspecto ambiental, la asociación logró reducir la cantidad de desechos enviados a vertederos, alargando la vida útil del relleno sanitario y disminuyendo las emisiones por transporte y manejo inadecuado de residuos (Fonseca et al., 2020).

En las producciones académicas focalizadas en la recuperación de residuos sólidos, destaca el estudio realizado por Valentina Villa Toro en el año 2023, la cual tiene como título Estudio de factibilidad Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) Recuperadora MAKAVA, teniendo como objetivo establecer si es factible formalizar a la Recuperadora MAKAVA, que ha estado operando informalmente en Pereira durante casi diez años, como una estación de clasificación y aprovechamiento reconocida por la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. El estudio realizó con una metodología descriptiva, estableciendo un análisis de caso real, y se llevó a cabo a través del análisis documental sobre el marco normativo vigente, comparado con la realidad específica de la entidad. identificaron los requisitos legales que establece el Decreto 596 de 2016, realizando un diagnóstico comparativo del cumplimiento y creando un cronograma específico para lograr la formalización como ECA. Los resultados obtenidos mostraron que Recuperadora MAKAVA cumple con seis de los once requisitos legales necesarios. Hay cinco aspectos que deben ser ajustados antes de avanzar. Se estableció un cronograma para realizar acciones como solicitar el uso de suelos y adquirir equipos. Esperando que se cumplan todas las condiciones en el primer semestre de 2024, finalmente Se concluyó que la formalización de MAKAVA como ECA es legal y viable, lo que les permitirá acceder a beneficios, mejorar su infraestructura y aumentar la recolección de materiales en Pereira y alrededores (Toro, 2023).

El incremento sostenido en la generación de residuos sólidos urbanos plantea un reto urgente para los municipios en vías de desarrollo. Es por eso por lo que destacamos la investigación presentada por Carlos José Arias Ronquillo, publicado en el año 2022, titulada: modelo de gestión pública eficiente para el sistema integral de residuos y desechos sólidos del Gad municipal de santa cruz, el cual tiene como objetivo diagnosticar los procesos relacionados con la administración, operación, costos y la cantidad de desechos generados en el cantón Santa Cruz. Además, se propone elaborar un Plan de Manejo eficiente que optimice recursos, mejore servicios y reduzca impactos negativos en el medio ambiente, la salud y la sostenibilidad, a través de un sistema integral de gestión de desechos en el GAD Municipal de Santa Cruz. Lográndolo mediante la metodología de Investigación Descriptiva con un enfoque propositivo, sustentado en análisis documental, entrevistas a funcionarios y diagnóstico del sistema local. En los resultados obtenidos se evidencio que existen unas deficiencias significativas: ausencia de planificación estratégica, mecanismos de control insuficientes, escasa coordinación interinstitucional y falta de indicadores de desempeño. Estas falencias han derivado en baja cobertura de recolección, limitaciones en la clasificación y aprovechamiento de residuos, así como mayores costos operativos.

Se propone un modelo que incluye la planificación estratégica, capacitación del personal y la creación de indicadores para medir la eficiencia. Según Rivera España, este modelo podría mejorar la recolección, reducir costos y alinear la gestión de residuos con los objetivos ambientales del GAD Municipal de Santa Cruz (ESPAÑA, 2022).

Las investigaciones recientes han abordado diversos enfoques sobre la gestión y recuperación de residuos sólidos urbanos, tema central de este estudio. En ese marco se destaca la labor investigativa realizada por los investigadores; Diana Lorena Correa Escalante, Edgar de

Jesús López Rodríguez y Laura María Macías Ruiz, publicada en el año 2023. La cual esta titulada como: Estudio de prefactibilidad Instalación de una estación de clasificación y aprovechamiento (ECA) de residuos sólidos en el corregimiento de San Félix en el año 2023. Teniendo como objetivo realizar un estudio de mercado para la instalación de una ECA en San Félix, llevando a cabo un estudio técnico para conocer los requisitos necesarios para la instalación, determinar la viabilidad financiera mediante un análisis económico, Trabajando mediante una metodología tipo mixta. Bajo los resultados obtenidos se demostró que el proyecto es factible, generando un significativo impacto social, ya que existe una brecha importante entre los precios de compra pagados a recicladores informales y los precios de venta por parte de chatarrerías externas, lo que evidencia una oportunidad de mejoramiento en la rentabilidad para los recolectores. Ambientalmente, señaló una reducción clara de los residuos que serían llevados al relleno sanitario, mientras que financieramente, el análisis reveló que la iniciativa es viable debido a los márgenes de compra y venta favorables (Escalante et al., 2023).

Los estudios recientes han tratado diferentes perspectivas acerca de la gestión y recuperación de residuos sólidos útiles, lo que ha posibilitado el entendimiento no solo de los desafíos técnicos, sino también de las implicaciones normativas, económicas y sociales asociadas con estos procesos, Un aporte relevante en esta materia es el análisis realizado por Abbas M. Baran y Hayder A. Mahdi, en su artículo publicado en el año 2024, el cual tiene como título The Feasibility Study Report as an Effective Tool to Evaluate Investment Projects: A Solid Waste Treatment Project as a Case Study. Esta investigación subraya que en un contexto como el de Irak, donde muchos proyectos de infraestructura se suspenden o enfrentan retrasos y corrupción, los estudios de factibilidad se convierten en instrumentos esenciales para reducir la incertidumbre en la toma de decisiones y garantizar la asignación eficiente de recursos públicos.

Con un enfoque explícito en la evaluación lógica, técnica y económica de inversiones, los autores emplearon un estudio de caso de tratamiento de residuos sólidos para demostrar que dichos informes proporcionan información crítica que respalda decisiones más acertadas por parte de inversores y gobiernos. Además, el análisis incluyó la identificación de riesgos propios del entorno iraquí, recomendando su integración en el componente económico de los estudios de factibilidad para mejorar su efectividad (Burhan y Mahdi, 2024).

Las investigaciones contemporáneas han destacado la economía circular como un pilar estratégico para transformar la gestión de residuos sólidos hacia modelos más sostenibles, especialmente en contextos emergentes. En ese marco, el estudio de A. Mandpe et al. Publicado en el año 2022 y que lleva como título: Circular economy approach for sustainable solid waste management: A developing economy perspective ofrece un análisis integral desde el contexto de India. Y tiene como objetivo principal examinar las prácticas actuales de gestión de residuos, evaluar sus carencias y destacar cómo la incorporación de principios de economía circular puede potenciar la sostenibilidad del sector. lográndolo a través de la implementación de metodologías investigativas que incluyen una panorámica del sistema de gestión de residuos en India, un abordaje de la cuna a la cuna, un examen de la legislación pertinente, y un análisis sobre el papel de la industria y el marco legal en la transición hacia una economía circular. En cuanto a los resultados se obtuvo que la adopción de modelos circulares podría generar un impacto económico equivalente a medio billón de dólares para India antes de 2030. Además, destaca que el enfoque circular si se apoya en legislación adecuada y políticas públicas robusta o solo mejora la eficiencia en la gestión de residuos, sino que también favorece el desarrollo sostenible de manera integral (Mandpe et al., 2023).

Los estudios recientes han tratado diferentes perspectivas acerca de la gestión y recuperación de residuos sólidos aprovechables, lo que ha posibilitado el entendimiento no solo de los desafíos técnicos, sino también de las implicaciones normativas, económicas y sociales asociadas con estos procesos. Un aporte relevante en esta materia es el trabajo investigativo desarrollado por Diego Alejandro Ossa, Andrés Julián Aristizábal y Daniel Ospina, publicado en el año 2020, titulado: *Comprehensive Analysis of Solid Waste for Energy Projects in Colombia*, el cual tiene como objetivo analizar la factibilidad técnica, financiera y ambiental de proyectos de generación eléctrica a partir de residuos sólidos municipales en Bogotá, Cartagena y Manizales. Usando una metodología cuantitativa, basándose en el análisis de datos numéricos volúmenes de residuos, potencial energético en GWh, costos en USD/ton, emisiones en toneladas de CO₂, igualmente la aplicación de modelos financieros y técnicos como el TIR, VAN, periodo de repago, relación beneficio–costo. Dentro de los resultados obtenidos se pudo evidenciar que la producción anual potencial es de 1.811, 376 y 122 GWh y que la disminución de CO₂ es de 2.432.988, 520.454 y 219.083 t/año para Bogotá, Cartagena y Manizales respectivamente; financieramente, las TIR serían del 7,1%, del 5,6% y del –3,7%. Por lo tanto, para lograr una TIR objetivo del 12%, la tarifa por el servicio de incineración debería estar aproximadamente en los siguientes valores: en Bogotá sería de unos 32,5 USD/t; en Cartagena sería de unos 36 USD/t; en Manizales sería de unos 68 USD/t. En conclusión, se puede decir que Bogotá tiene el potencial más alto y necesita un análisis más profundo, mientras que Manizales y Cartagena necesitarían incentivos adicionales y regionalización para ser viables (Ossa et al., 2020).

Bajo las diferentes perspectivas acerca de la gestión de residuos sólidos hacia modelos más sostenibles, especialmente en contextos emergentes se destaca el estudio presentado por los

investigadores Diana M. Caicedo-Concha, Juan C. Osorio-Cárdenas y Luis F. Marmolejo-Rebellón publicado en el año 2021, el cual lleva como título: *An evaluation of final disposal alternatives for municipal solid waste through life cycle assessment: A case of study in Colombia*. El cual tiene como objetivo comparar cuatro alternativas de gestión de biogás y lixiviados, bajo las condiciones reales del relleno regional del Valle del Cauca, para establecer cuál de ellas presenta menores cargas ambientales. La metodología es rigurosamente cuantitativa y se basa en la norma ISO 14040:2006, además de emplear el programa EASETECH v2.8.9 para modelar las emisiones y el consumo de recursos. Se determinó una tonelada de residuos sólidos municipales como unidad funcional y se analizaron cuatro situaciones posibles: (0) relleno con tratamiento de lixiviados sin aprovechamiento del biogás; (a) ventilación pasiva del biogás; (b) captura mediante flaring (combustión en antorcha); y (c) captura y uso del biogás para producir electricidad con un rendimiento del 37%. Las categorías analizadas en términos de impacto fueron: acidificación (AP), toxicidad para el ser humano (HTP), agotamiento de recursos (DAMR), eutrofización (EPT), formación de oxidantes fotoquímicos (POF) y potencial de calentamiento global (GWP). Entre los resultados se obtuvo que El escenario (c) uso energético del biogás, tuvo la huella ambiental más pequeña, disminuyendo de manera importante el potencial de calentamiento global y otros indicadores críticos. En conclusión, la inclusión de sistemas para capturar y utilizar energéticamente el biogás en rellenos sanitarios va más allá de reducir las emisiones de gases con efecto invernadero; también supone ventajas a nivel energético y ayuda a alcanzar propósitos relacionados con la sostenibilidad (Caicedo et al., 2021).

En las obras académicas que se centran en la recuperación de residuos sólidos se destaca la investigación llevada a cabo por Jenny Alexandra Segura Osuna y Juan Pablo Rodríguez

Miranda publicado en el 2025, la cual lleva como título Circular Economy Model for The Use of Recyclable Waste in Tropical Countries. La cual tiene como objetivo proponer un modelo teórico que integre los fundamentos de la economía naranja y la circular para convertir residuos aprovechables en oportunidades de producción en naciones tropicales, especialmente conectando sectores como las industrias creativas, el turismo y las artesanías. Lográndolo a través de una metodología de carácter cualitativo y descriptivo, basado en la revisión documental y el análisis de información secundaria proveniente de organismos multilaterales, literatura científica y marcos normativos relacionados con gestión de residuos y sostenibilidad. Con base en este análisis, los autores crearon un modelo teórico que fomenta el cierre de ciclos de producción por medio de la simbiosis industrial, el uso de materiales reciclados en la producción y la inclusión de comunidades en riesgo en procesos creativos y turísticos. En los resultados se sugiere que este modelo tiene el potencial de producir valor económico y social, disminuir la presión en los rellenos sanitarios y fortalecer la transición hacia economías locales circulares, proveyendo una herramienta que se puede adaptar a áreas con condiciones socioeconómicas y climáticas parecidas (Osuna y Rodríguez Miranda, 2025).

1.5.3. Marco Legal

Este apartado tiene como objetivo determinar disposiciones jurídicas y políticas que regulan la gestión de residuos, la protección ambiental y la implementación de prácticas sostenibles que respalden el desarrollo del proyecto; Viabilidad técnica, económica y ambiental para la creación de una recuperadora de residuos sólidos en Galapa, Atlántico.

Tabla 1

Principales normas que sustentan el proyecto

Norma	Emisor	Descripción	Relación con la investigación
Decreto 2811 Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	Presidencia de la República de Colombia	Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente. Establece las normas generales sobre el uso, protección y manejo de los recursos naturales	Promueve el aprovechamiento responsable de los residuos sólidos, base fundamental para la creación de la empresa recuperadora en Galapa.
Ley 99 de 1993. Ley General Ambiental de Colombia	Congreso de la República de Colombia	Crea el Ministerio de Medio Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental (SINA).	El proyecto se alinea con estos principios al promover prácticas sostenibles y economía circular a nivel municipal.
Decreto 1713 de 2002 – Gestión Integral de Residuos Sólidos	Presidencia de la República de Colombia.	Regula el manejo integral de residuos sólidos dentro del servicio público de aseo	Es clave para definir los procesos de recolección, separación y aprovechamiento que estructuran la viabilidad técnica del proyecto
Decreto 838 de 2005 – Modificación al Decreto 1713 de 2002	Presidencia de la República de Colombia.	Actualiza los lineamientos técnicos para la disposición final de residuos y la operación de rellenos sanitario.	Su cumplimiento garantiza que las actividades propuestas se desarrollen bajo criterios técnicos adecuados que minimicen los impactos ambientales.
Decreto 1381 de 2024	Presidencia de la República de Colombia.	Fortalece el componente de aprovechamiento dentro del servicio público de aseo y	Su inclusión en este proyecto es clave, ya que respalda jurídicamente la implementación de

		actualiza disposiciones relacionadas con la gestión de residuos.	infraestructuras destinadas a la recuperación y valorización de materiales reciclables.
Decreto 596 de 2016	Presidencia de la República de Colombia.	Modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo al esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo, estableciendo un régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio.	Es clave para este proyecto, ya que define los requisitos legales y operativos que debe cumplir la recuperadora para funcionar dentro del marco del servicio público de aprovechamiento y promover la inclusión de recicladores.
Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible – Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)	Organización de las Naciones Unidas (ONU)	Establece objetivos globales para el desarrollo sostenible	Este proyecto contribuye especialmente al ODS 12 producción y consumo responsables y al ODS 13 acción por el clima.

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de las leyes dispuestas.

1.5.4 Marco contextual

El municipio de Galapa se localiza en el departamento del Atlántico, en la región Caribe colombiana, y forma parte del Área Metropolitana de Barranquilla, junto con los municipios de Barranquilla, Soledad, Malambo y Puerto Colombia. Limita al este con Soledad, al oeste con Tubará, al sur con Baranoa, al sureste con Malambo y al noroeste con el distrito de Barranquilla (Alcaldía de Galapa, 1964). Su extensión territorial es de aproximadamente 98 km², de los cuales 20 km² corresponden a suelo urbano y 78 km² a suelo rural (Galapa, 2024).

Según proyecciones del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE, 2025) Galapa cuenta con una población aproximada de 69.643 habitantes, concentrándose en su mayoría en la cabecera municipal (92,9%), mientras que el 7,1% restante se distribuye en áreas rurales. (Consejo municipal de galapa, 2024). El municipio está conformado por 38 barrios en la

zona urbana, un corregimiento (Paluato) y 12 veredas, lo que implica dinámicas diferenciadas en la prestación del servicio público de aseo y en la gestión de residuos sólidos (Consejo municipal de Galapa, 2024).

En términos de conectividad, Galapa cuenta con una infraestructura vial estratégica que lo articula con el Área Metropolitana de Barranquilla, destacándose corredores como la Vía Cordialidad y la Circunvalar de la Prosperidad, los cuales facilitan el transporte de bienes y servicios. Esta condición resulta favorable para la logística asociada a la recolección, transporte y comercialización de residuos aprovechables. (PGIRS, 2025). Desde el punto de vista económico, el municipio ha experimentado una transformación significativa, pasando de una economía tradicional basada en actividades agropecuarias y artesanales a consolidarse como un importante corredor industrial y logístico del departamento. Actualmente, alberga un número considerable de empresas e industrias, lo que incrementa la generación de residuos sólidos, especialmente de tipo reciclable, y representa una oportunidad para el desarrollo de estrategias de aprovechamiento en el marco de la economía circular. (PGIRS, 2025).

En este contexto, las características territoriales, demográficas y económicas del municipio de Galapa configuran un escenario propicio para la implementación de alternativas orientadas al aprovechamiento de residuos sólidos, como la creación de una recuperadora, que permita optimizar la gestión de los residuos y fortalecer el desarrollo sostenible a nivel local.

1.5.5. Marco conceptual

A continuación, se presentan conceptos relevantes en el marco del desarrollo del presente proyecto:

- **Analizar:** Someter algo a un análisis. Analizar un problema o un producto (Real academia española , 2025)
- **Evaluar:** Estimar, apreciar, calcular el valor de algo (Real academia española , 2025)
- **Diagnosticar:** Es un procedimiento ordenado, sistemático, para conocer, para establecer de manera clara una circunstancia, a partir de observaciones y datos concretos (Raffino, 2025)
- **Viabilidad Económica:** Es una herramienta fundamental para evaluar la sostenibilidad financiera de un emprendimiento. Permite determinar si los ingresos futuros serán suficientes para cubrir los costos y generar beneficios, siendo de utilidad tanto para emprendedores individuales como para empresas establecidas en la toma de decisiones estratégicas (Entel, 2025)
- **Residuos:** Materiales que han perdido su eficacia tras cumplir su misión al ser utilizados para realizar un trabajo (FERROVIAL, 2025)
- **Recuperadora de residuos:** Se trata de una entidad dedicada a la gestión integral de los desechos, garantizando su adecuado manejo conforme a la normativa vigente y con el menor impacto ambiental posible (CARYMA, 2025)

- **Clasificación de residuos:** Es el proceso de seleccionar y agrupar desechos sólidos y líquidos resultantes de diversas actividades humanas. Esta clasificación facilita su procesamiento, manipulación y uso (FERROVIAL, 2025).

La clasificación de los residuos se puede dividir en tres categorías:

- Por composición (envases, papel y cartón, vidrio, etc.).
- En base a su biodegradabilidad (orgánica e inorgánica).
- Por fuente (hogar, industria, hospital, construcción). (ecoembes, 2020)
- **Gestión de residuos:** La gestión de residuos es un conjunto de actividades necesarias para la gestión de residuos desde su generación hasta su eliminación o procesamiento. Esto incluye la recogida y el transporte, el tratamiento de residuos especialmente peligrosos y el reciclaje de materiales utilizables (FERROVIAL, 2025)
- **Residuos Domiciliarios:** Como aquellos residuos (peligrosos y no peligrosos) generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas; se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias. Asimismo, tienen también consideración de residuos domésticos los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria (Ecolec Waste Hub, 2025)

- **Reciclador:** Persona encargada de recoger la basura depositada delante de las viviendas para clasificarla y revender lo aprovechable (Real academia española, 2024)
- **Residuos sólidos aprovechables:** Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo creó, pero que puede utilizarse para reincorporarlo al proceso productivo, Los residuos reciclables pueden ser: Cartón y papel de archivo, PET, vidrio etc. (cali, Alcaldia de santiago de, 2019)
- **Estación de clasificación y aprovechamiento ECA:** Las Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) son infraestructuras destinadas a la recepción, separación, almacenamiento y comercialización de residuos sólidos aprovechables. Estas instalaciones permiten mejorar la eficiencia en la cadena de reciclaje, incrementar la calidad del material recuperado y formalizar la actividad de los recicladores. (Departamento Nacional de Planeación, 2018).
- **Recicladores de Oficio:** Los recicladores de oficio son actores fundamentales en la cadena de valor del aprovechamiento de residuos, ya que realizan actividades de recolección, clasificación y comercialización de materiales reciclables. En Colombia, su reconocimiento jurídico y proceso de formalización ha sido fortalecido mediante marcos normativos que buscan garantizar su inclusión en el servicio público de aseo (minvivienda, 2025)

1.6. METODOLOGÍA

Esta investigación será de corte cuantitativo con alcance descriptivo - propositivo. Descriptivo, dado que se pretende caracterizar las condiciones actuales de generación, gestión y disposición de los residuos sólidos en el municipio de Galapa, Atlántico y propositivo, porque a partir de la caracterización e identificación de línea base de necesidades, se plantea el diseño de un modelo de gestión integral para la implementación de una recuperadora de residuos sólidos en el mismo municipio. Este tipo de alcance es coherente con estudios que buscan, primero, describir una realidad y, posteriormente, formular alternativas de solución (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2018).

El proyecto utilizará como fuentes de información primaria, encuestas y entrevistas, respecto de las encuestas se aplicarán a hogares, comercios, recicladores de oficio y empresas recicladoras del municipio de Galapa. Estas entrevistas buscarán acceder a datos que demuestren técnicamente el problema existente, así como medir frecuencias, volúmenes, porcentajes y tendencias relacionadas con la generación y gestión de residuos sólidos, en coherencia con los métodos cuantitativos orientados a la medición objetiva de variables (Creswell, 2014).

Se empleará un tipo de muestreo no probabilístico por conveniencia, seleccionando actores accesibles y representativos del contexto territorial. En consecuencia, el análisis estadístico tendrá alcance descriptivo y no inferencial, es decir, no se formularán ni contrastarán hipótesis estadísticas, sino que se identificarán tendencias y proporciones (Otzen y Manterola, 2017); sin embargo, se espera contar con las siguientes cantidades de encuestas: 100 encuestas a hogares, 30 encuestas a comercios, 15 a 20 encuestas a recicladores y 5 encuestas a empresas recicladoras. Adicionalmente, se aplicarán instrumentos técnicos complementarios tales como

ficha de observación de campo y puntos críticos, lo cual permitirá registrar de manera directa condiciones territoriales relacionadas con acumulación de residuos, disposición inadecuada, puntos críticos, prácticas comunitarias y condiciones operativas del servicio de aseo y un formato de caracterización física de residuos sólidos, mediante el cual se determinará la composición física y cantidad de residuos generados por hogares y comercios, identificando porcentajes de material aprovechable y potencial de recuperación, en concordancia con lineamientos técnicos de gestión integral de residuos.

En cuanto a las entrevistas, estas serán semiestructuradas y se aplicarán a autoridades y actores locales institucionales con el objetivo de recopilar información sobre la gestión actual de residuos sólidos, la capacidad institucional, la viabilidad normativa y las posibilidades de apoyo local. Dado que es una herramienta cualitativa no se trabaja una muestra, sin embargo, se espera gestionar mínimamente 8 a 10 entrevistas. Si bien son entrevistas, la información se organizará y sistematizará mediante categorías de análisis y apoyo de estadística descriptiva básica.

Las fuentes de información secundaria serán publicaciones científicas de revistas y repositorios de alta indexación, así como sí como normativa vigente de carácter nacional y sectorial que resulte competente con la temática planteada tales como el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), Plan de Desarrollo Municipal, el Decreto 1077 de 2015 y el Decreto 1381 de 2024, lineamientos del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, estadísticas oficiales del DANE y demás documentos competentes.

La revisión documental permitirá contextualizar el estudio dentro del marco normativo y sectorial vigente, tal como lo recomienda la literatura en estudios de planificación ambiental (Yin, 2014).

El proyecto se desarrollará principalmente en 3 fases:

Fase 1. Caracterización y línea base: En esta fase se realizará el diagnóstico del sistema actual de gestión de residuos sólidos en Galapa, Atlántico, mediante encuestas a hogares, comercios, recicladores y empresas recicladoras; entrevistas a autoridades; ficha de observación de campo; y caracterización física de residuos. La información primaria será complementada con revisión documental del PGIRS, Plan de Desarrollo y normativa vigente, con el fin de establecer una línea base sobre generación, manejo y disposición de residuos.

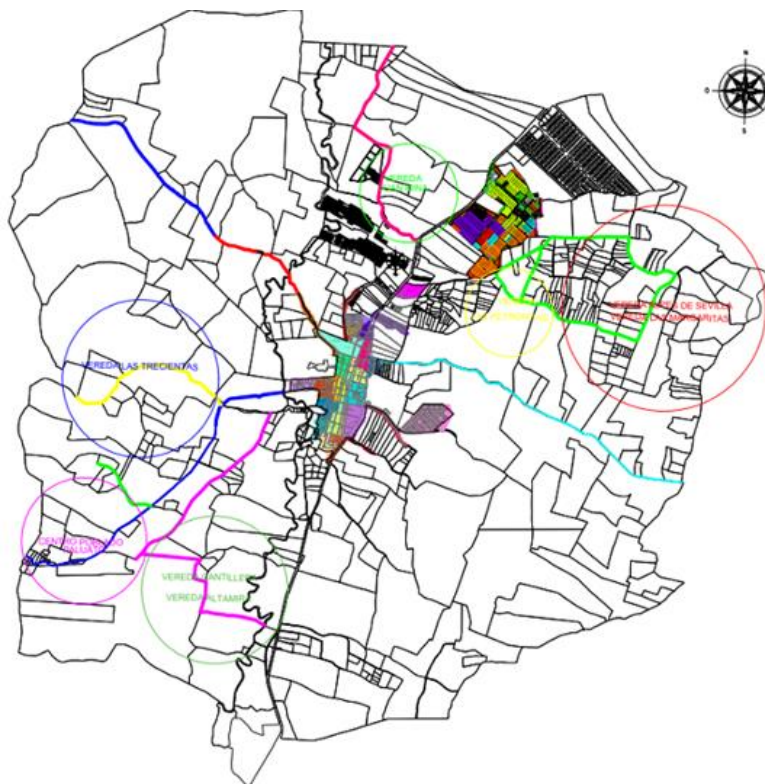
Fase 2. Diseño del modelo de gestión integral: Con base en el diagnóstico, se diseñará un modelo preliminar de recuperadora ajustado al contexto local, definiendo tipo de infraestructura, procesos operativos, estructura organizacional y esquema de vinculación de recicladores. El diseño se alinearán con el marco normativo vigente y con las necesidades identificadas en la fase anterior.

Fase 3. Validación de la viabilidad integral: Finalmente, se validará la viabilidad económica, social y ambiental del modelo propuesto mediante la estimación de costos, proyección de ingresos, análisis de aceptación comunitaria y cálculo del potencial de recuperación de residuos. Los resultados permitirán determinar la factibilidad integral del proyecto en el municipio.

En cuanto a la delimitación geográfica el proyecto se desarrollará en el municipio de Galapa, Atlántico y la delimitación temporal será durante el año 2026.

Figura 1

Mapa del Municipio de Galapa



Fuente: (Secretaría de Planeación Municipal de Galapa, 2024).

2. CARACTERIZACIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES DE GENERACIÓN, GESTIÓN Y DISPOSICIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE GALAPA, ATLÁNTICO

En el presente capítulo se desarrolla la caracterización de las condiciones actuales de generación, gestión y disposición de los residuos sólidos en el municipio de Galapa, Atlántico, a partir de un enfoque metodológico de tipo descriptivo con apoyo en técnicas de recolección de información primaria en campo. Para ello, se diseñaron y aplicaron instrumentos estructurados dirigidos a los principales actores del sistema de gestión de residuos sólidos, incluyendo hogares, unidades productivas, recicladores de oficio, empresas recicladoras y autoridades locales, lo que permitió obtener una visión integral del contexto territorial.

La información recopilada fue analizada mediante herramientas de estadística descriptiva, permitiendo identificar patrones de generación, composición y manejo de residuos, así como las prácticas de separación en la fuente, esquemas de recolección, dinámicas de aprovechamiento y condiciones operativas, sociales y económicas de los actores involucrados. Adicionalmente, se incorporaron ejercicios de caracterización física de residuos en campo, orientados a estimar la composición y el potencial de aprovechamiento de la fracción reciclable generada a nivel domiciliario.

El desarrollo de este capítulo permite consolidar un diagnóstico técnico del sistema actual de gestión de residuos sólidos en el municipio, identificando brechas estructurales, limitaciones operativas y oportunidades de mejora, en coherencia con los lineamientos de la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS). Este diagnóstico constituye la base analítica para la formulación del modelo de gestión integral propuesto en los capítulos posteriores.

2.1.Prestación del servicio público de aseo

En el municipio de Galapa, Atlántico, la prestación del servicio público de aseo es realizada principalmente por las empresas Triple A S.A. E.S.P. y Aqualia S.A. E.S.P., esta última con cobertura específica en la urbanización Villa Olímpica desde septiembre de 2025.

Anteriormente, dicho servicio en este sector era prestado por Agua Caribe S.A. E.S.P., de donde proviene parte de la información de línea base. La compañía desarrolla actividades de barrido manual de vías y áreas públicas, a través de un equipo operativo conformado por hombres y mujeres encargados de mantener en condiciones óptimas de limpieza el espacio urbano mediante la recolección de hojas, arena, papel y demás materiales dispuestos en la vía pública.

Complementariamente, cuenta con un camión recolector de residuos sólidos que realiza la recolección domiciliaria —abarcando usuarios residenciales, multiusuarios y pequeños generadores— con una frecuencia de tres veces por semana (PGIRS, 2025).

La empresa Triple A S.A. E.S.P. desarrolla la actividad de recolección de residuos sólidos bajo la modalidad puerta a puerta, cumpliendo con frecuencias y horarios previamente establecidos y socializados con la comunidad. En este sentido, los usuarios deben garantizar el almacenamiento adecuado de los residuos en recipientes o bolsas resistentes y su presentación oportuna para la recolección. En el caso de los grandes generadores de residuos (como establecimientos comerciales, institucionales o industriales con alta producción), la empresa aplica sistemas de aforo que pueden ser de tipo permanente u ordinario de acuerdo con las características operativas del usuario, la frecuencia de generación y los volúmenes manejados. Por otra parte, dentro de la prestación del servicio, Triple A también ejecuta la actividad de

barrido y limpieza de vías y áreas públicas. Esta labor se lleva a cabo de forma manual en todas las vías pavimentadas incluidas en el área de cobertura municipal, con frecuencias que pueden ser diarias o interdiarias, dependiendo de la demanda y el nivel de tránsito de cada sector.

La disposición final de residuos se efectúa en el relleno sanitario Parque Ambiental Los Pocitos. Este sitio de disposición final se encuentra ubicado geográficamente en área limítrofe de los municipios de Galapa y Tubará y al cual se accede por la vía que conduce del Distrito de Barranquilla al municipio de Tubará (PGIRS, 2025).

A pesar de contar con cobertura del servicio de aseo, el sistema se encuentra enfocado principalmente en la recolección, transporte y disposición final, con limitaciones en la articulación efectiva del componente de aprovechamiento.

2.2. Generación de residuos

La estimación de la generación de residuos sólidos constituye un elemento fundamental para comprender la magnitud de la problemática ambiental asociada a su manejo, así como para orientar la planificación de infraestructura, programas de aprovechamiento y estrategias de disposición final. En este sentido, resulta indispensable contar con información técnica confiable que permita proyectar el comportamiento de los residuos en el tiempo.

Para el presente estudio, se tomó como base la información contenida en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) del municipio de Galapa (2025), el cual integra datos oficiales del Censo Nacional de Población y Vivienda (DANE, 2018), así como tasas de crecimiento demográfico y valores de generación per cápita (GPC) representativos del contexto

urbano local. A partir de estos insumos, se desarrollaron proyecciones de población y de generación de residuos para diferentes horizontes temporales (PGIRS, 2025).

Lo anterior permite no solo identificar las tendencias de incremento en la producción de desechos, sino también evaluar la presión que estos ejercen sobre el sistema de gestión existente, evidenciando la necesidad de fortalecer estrategias como la reducción en la fuente, la separación, el reciclaje y el aprovechamiento. Asimismo, esta información constituye un soporte técnico clave para la formulación de alternativas sostenibles, como la implementación de sistemas de recuperación de residuos sólidos en el municipio.

A continuación, se presentan los resultados de la estimación de la generación de residuos, expresados en toneladas por día y toneladas por año, diferenciando entre el componente urbano y rural, los cuales servirán de base para el desarrollo del presente estudio.

2.2.1. Producción per cápita (PPC)

De acuerdo con el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio de Galapa, (PGIRS, 2025). se estableció un valor base de generación per cápita de 0,73 kg/hab·día, correspondiente a municipios urbanos intermedios. Para la proyección de la generación de residuos, se tomó como año base el 2018, con una población de 41.068 habitantes y una tasa de crecimiento anual del 2,0%, en concordancia con los lineamientos del DANE.

Bajo estos supuestos, se estimó la generación total de residuos sólidos del municipio, evidenciando un crecimiento progresivo asociado al aumento poblacional. Para el año 2024, se

proyecta una población de 46.250 habitantes, con una generación aproximada de 33,76 toneladas por día, equivalente a 12.323,3 toneladas anuales.

Asimismo, para el año 2030, la generación alcanzaría aproximadamente 38,04 toneladas diarias (13.883,9 t/año), mientras que para el año 2035 se proyecta una generación de 41,86 toneladas por día (15.278,5 t/año). Este comportamiento representa un incremento del 12,7% entre 2024 y 2030, y del 24% entre 2024 y 2035, lo que evidencia una presión creciente sobre los sistemas de recolección, transporte, aprovechamiento y disposición final de residuos.

En cuanto a la distribución espacial, la generación de residuos se concentra principalmente en la zona urbana, que aporta aproximadamente el 94,3% del total, mientras que la zona rural contribuye con el 5,7% restante. Para el año 2024, la generación urbana se estimó en 31,84 t/día, frente a 1,92 t/día en el área rural. Aunque la participación rural es menor, presenta retos significativos asociados a la dispersión poblacional y a prácticas inadecuadas de disposición de residuos. Adicionalmente, el PGIRS incorpora un análisis de sensibilidad considerando variaciones del $\pm 10\%$ en la generación per cápita. Para el año 2024, la generación podría oscilar entre 30,39 t/día (escenario bajo) y 37,14 t/día (escenario alto), mientras que para el año 2035 el rango se amplía entre 37,67 t/día y 46,05 t/día.

Este análisis evidencia que pequeñas variaciones en la PPC pueden generar impactos significativos en la cantidad total de residuos a gestionar, lo que resalta la importancia de implementar estrategias de reducción en la fuente, separación y aprovechamiento, con el fin de disminuir la presión sobre la infraestructura existente.

En este sentido, la PPC de 0,73 kg/hab·día, junto con su proyección, constituye una base técnica clave para la planificación del sistema de gestión de residuos sólidos en el municipio de

Galapa y para el diseño de alternativas como la implementación de una recuperadora de residuos sólidos.

2.2.2. Caracterización de residuos sólidos.

Según la información del PGIRS, la composición de los residuos sólidos en el municipio evidencia una alta proporción de materiales orgánicos, así como una fracción importante de residuos potencialmente aprovechables como papel, cartón, plásticos, vidrio y metales.

Esta composición refleja un alto potencial de aprovechamiento, especialmente en materiales reciclables secos, lo cual representa una oportunidad para fortalecer estrategias de economía circular en el territorio (PGIRS, 2025).

Tabla 2

Toneladas Recolectadas en el Municipio (Cobertura por Triple A)

TONELADAS RECOLECTADAS EN EL MUNICIPIO DE GALAPA SERVICIO DE ASEO ORDINARIO												
Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
2024	20,25	00,46	055,58	1.103,25	.127,81	1.008,16	1.094,54	082,34	1.074,70	.175,17	1.082,30	1.164,86
2025	1.012,18	931,64	1.093,00	1.239,12	1.492,42	1.288,39						

Fuente: (PGIRS, 2025)

Para el año 2024, la empresa Triple A reporta un total de residuos recolectados en su prestación de servicio de 12.789,42 toneladas con un promedio mensual de 1.065,79. Por su

parte, para el año 2025 con corte a junio, se registran 7.056,75 toneladas, correspondientes a un promedio mensual de 1.176,13 toneladas (PGIRS, 2025).

Tabla 3

Toneladas Recolectadas en el Municipio (Cobertura por Agua Caribe 2024)

TON- DISPUESTA (Agua Caribe) -2024		
Año	Mes	Ton/ Disp.
2024	Enero	320,96
	Febrero	305,07
	Marzo	298,81
	Abril	317,96
	Mayo	355,56
	Junio	239,49
	Julio	340,17
	Agosto	313,50
	Septiembre	317,80
	Octubre	313,18
	Noviembre	315,23
	Diciembre	320,21
Total		3757,94

Fuente: (PGIRS, 2025)

Para el año 2024, Agua Caribe S.A. E.S.P. reportó una recolección total de 3.757,94 toneladas de residuos sólidos, lo que equivale a un promedio mensual aproximado de 313,16 toneladas, correspondiente a un área de cobertura más reducida dentro del municipio.

Bajo el análisis conjunto de estos datos, se evidencia que Triple A S.A. E.S.P. recolecta aproximadamente entre tres y cuatro veces más residuos que Agua Caribe S.A. E.S.P., lo cual es coherente con la diferencia en la extensión de las áreas atendidas y la cantidad de usuarios

asociados a cada prestador. En conjunto, la suma de los residuos recolectados por ambos prestadores para el año 2024 asciende a aproximadamente 16.547 toneladas, lo que permite aproximarse de manera más precisa a la generación total de residuos sólidos en el municipio. Este valor representa una generación promedio superior a las 45 toneladas diarias, lo cual guarda coherencia con las proyecciones poblacionales y los valores de producción per cápita estimados en el PGIRS.

2.2.3. Usuarios del servicio público de aseo

El servicio público de aseo en Galapa atiende usuarios de tipo residencial, comercial e institucional, distribuidos en diferentes estratos socioeconómicos. Esta diversidad de usuarios influye directamente en la generación, composición y manejo de los residuos sólidos, así como en los niveles de separación en la fuente.

2.3. Recolección, transporte y disposición final

El sistema de recolección en el municipio se realiza mediante rutas establecidas que cubren la zona urbana y sectores específicos, bajo la operación de las empresas prestadoras del servicio.

Triple A atiende la mayor parte del área urbana y de expansión, implementando esquemas de recolección puerta a puerta con frecuencias definidas según la densidad poblacional y el volumen generado; mientras que Aqualia presta sus servicios principalmente en la urbanización Villa Olímpica y zonas aledañas, con rutas y frecuencias ajustadas a las características de su población usuaria.

Tabla 4

Macro rutas y frecuencia de recolección presentada por el servicio de aseo Triple A

Macro ruta (Código)	Barrios	Frecuencia de Recolección							Hora de inicio	Hora de finalización
		Lu	Ma	Mi	Ju	Vi	Sa	Do		
GLPD100	Abajo, Camagüey, Centro, El Carmen, San Roque, Manga 3 de mayo, Manga de Pital, Los Carruajes, y Corregimiento de Paluato.	X		X		X			7:00 am	18:00pm
GLPD200	La Esperanza, Las Petronitas I y II, Manga de Rubio, Mundo Feliz, 12 de septiembre y Urb. La Inmaculada.		X		X		X		7:00 am	18:00pm
GLPN100	Las Mercedes, San Antonio, Paraíso, El Mohán, San Martín, El Libertador, Salón Azul, San Luis, Arriba, La Florida, Las Margaritas, San Roque, Centro y El Carmen.			X		X			19:00pm	5:00am
GLPN200	San Francisco, Los Almendros, Villa Sabita, Gerlein, Camagüey, Abajo, La Candelaria II, La Esperanza, Cruz de Jubileo y La Candelaria I, Urbanización Casa Grande, Vía Pueblito Nuevo.		X		X		X		19:00pm	5:00am

Fuente: (PGIRS, 2025)

Tabla 5

Macro rutas presentada por el servicio de aseo Agua Caribe.

Macro ruta	Sector
RIRVIPA	Sector VIPA cuadrante comprendido desde calle 5 hasta calle 9 y Cra 59 Grandes Generadores
RIR0001	Cra 64 a Cra 62 de calle 4 calle 8B Cra 62 a Cra 60C de calle 9 a Calle 4 Cra 62 a Cra 58 de Calle 1 a Calle 4C Cra 55 a Cra 53 de Calle 3 a Calle 9 Cra 65 de Calle 3 a Calle 10

Fuente: (PGIRS, 2025)

Tabla 6*Frecuencia de recolección y transporte reportado por Agua Caribe*

MACRO RUTA DE RECOLECCIÓN					
Macro ruta	Frecuencia	Días	Sector	Horario	Tipo de Recolección
RIRVIPA	Intermediaria	Lunes, miércoles y viernes	Sector VIPA cuadrante comprendido desde calle 5 hasta calle 9 y Cra 59 Grandes Generadores	6:am a 5:00pm	Puerta a Puerta Y aforados
RIR0001	Intermediaria	Martes, jueves y sábado	Cra 64 a Cra 62 de calle 4 calle 8B Cra 62 a Cra 60C de calle 9 a Calle 4 Cra 62 a Cra 58 de Calle 1 a Calle 4C Cra 55 a Cra 53 de Calle 3 a Calle 9 Cra 65 de Calle 3 a Calle 10	6:am a 5:00pm	Puerta a Puerta

Fuente: (PGIRS, 2025)

A partir de la información presentada, se evidencia que el sistema de recolección de residuos sólidos en el municipio de Galapa se encuentra organizado mediante macrorutas y frecuencias definidas, ajustadas a las características de cada sector y a la cobertura de los prestadores del servicio. En términos generales, la frecuencia de recolección de tres veces por semana en la mayoría de los sectores resulta adecuada para el manejo de los residuos domiciliarios, ya que contribuye a evitar la acumulación prolongada en las fuentes de generación. Asimismo, la combinación de recolección puerta a puerta y atención diferenciada a grandes generadores evidencia un sistema estructurado que responde a las dinámicas de generación del municipio. Sin embargo, la recolección se realiza de manera no diferenciada, lo que limita el aprovechamiento de materiales.

2.4. Aprovechamiento de residuos.

El aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio de Galapa constituye un componente clave dentro de la gestión integral, al permitir la valorización de materiales aprovechables y la reducción de residuos destinados a disposición final. En este contexto, el diagnóstico contenido en el PGIRS proporciona una línea base sobre las condiciones actuales del sistema de aprovechamiento en el municipio.

De acuerdo con el PGIRS (2025), el municipio cuenta con un total de 13 bodegas o centros de acopio, distribuidos en 4 de pequeña escala, 6 de escala mediana y 3 de gran escala. Estas infraestructuras cumplen funciones de recepción, clasificación y comercialización de materiales aprovechables como papel, cartón, plástico, vidrio y metales. En cuanto al componente social, se identifican 138 recicladores de oficio, de los cuales únicamente 25 se encuentran vinculados a organizaciones o asociaciones, evidenciando un bajo nivel de formalización y organización del sector.

A nivel operativo, el municipio no cuenta con rutas selectivas de recolección, lo que limita la separación en la fuente y reduce la eficiencia del aprovechamiento. Como consecuencia, una parte significativa de los residuos aprovechables es recolectada de manera mezclada junto con los residuos ordinarios. En términos de desempeño, se reporta que para el año 2024 se aprovecharon aproximadamente 23.652 toneladas de residuos, lo que corresponde a cerca del 3,6% del total generado, evidenciando una baja tasa de aprovechamiento en el municipio. (PGIRS, 2025). El panorama actual refleja un sistema con oportunidades importantes de mejora, especialmente en la articulación entre recicladores, centros de acopio y prestadores del servicio de aseo. A pesar de contar con infraestructura y recurso humano, la falta de estrategias como la

recolección selectiva y la formalización del sector reciclador limita el incremento en las tasas de aprovechamiento.

En este sentido, la información presentada constituye una base diagnóstica que será complementada mediante el trabajo de campo desarrollado en el presente estudio, permitiendo identificar con mayor precisión las dinámicas reales del aprovechamiento en el municipio.

2.5.Caracterizaciones en campo

2.5.1. Caracterización de residuos en hogares

Con el fin de caracterizar las condiciones actuales de generación y manejo de residuos sólidos en el municipio de Galapa, Atlántico, se aplicaron instrumentos de recolección de información primaria a nivel domiciliario, orientados a identificar prácticas asociadas a la separación en la fuente, tipos de residuos generados, frecuencia de disposición, así como la percepción de los usuarios frente al servicio público de aseo.

La selección de la muestra se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la accesibilidad a los hogares y la disposición de los habitantes para participar en el estudio. Bajo este enfoque, se logró la aplicación de un total de 121 encuestas a hogares ubicados en distintos sectores del área urbana del municipio, lo cual permitió obtener una base de información suficiente para el análisis de tendencias y comportamientos asociados a la gestión de residuos sólidos a nivel domiciliario. El instrumento aplicado fue de tipo estructurado, con preguntas cerradas y de opción múltiple, lo que facilitó la sistematización y el procesamiento de la información recolectada. Los datos obtenidos fueron analizados mediante

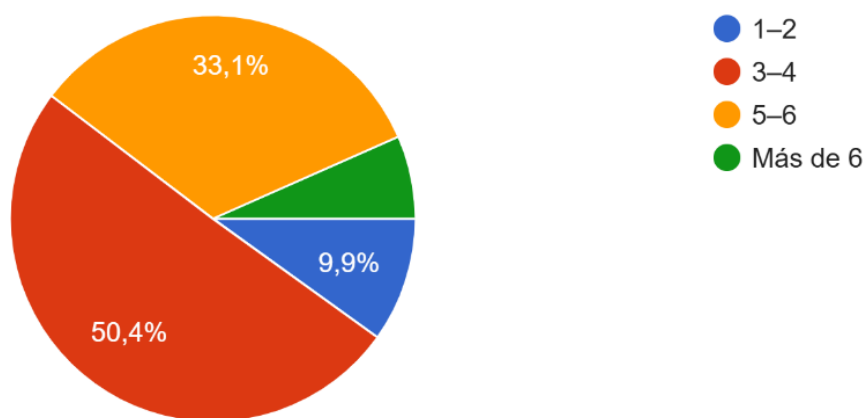
técnicas de estadística descriptiva, permitiendo la identificación de patrones, frecuencias y relaciones entre variables, sin pretender realizar inferencias estadísticas a nivel poblacional.

Adicionalmente, como complemento al proceso de caracterización, se realizaron ejercicios puntuales de cuantificación de residuos aprovechables mediante pesaje directo en viviendas seleccionadas, con el propósito de aproximar la generación real de este tipo de materiales y contrastar la información reportada en las encuestas.

En conjunto, esta información permitió construir un diagnóstico integral de las condiciones actuales de generación y manejo de residuos sólidos en el ámbito domiciliario, constituyéndose en un insumo fundamental para el diseño del modelo de gestión integral propuesto en la presente investigación.

Figura 2

Número de personas que habitan en la vivienda



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Los resultados evidencian que la mayoría de los hogares encuestados está conformada por núcleos familiares de tamaño medio. El 50,4% de los encuestados indicó que en su vivienda

habitan entre 3 y 4 personas, seguido de un 33,1% que reportó entre 5 y 6 personas. En menor proporción, el 9,9% manifestó que en su hogar residen entre 1 y 2 personas, mientras que el porcentaje restante corresponde a viviendas con más de 6 habitantes.

Estos resultados reflejan una tendencia hacia hogares de tipo familiar ampliado o nuclear con varios integrantes, lo cual tiene incidencia directa en la generación de residuos sólidos, ya que, a mayor número de habitantes, mayor volumen de residuos generados.

Figura 3

¿En su hogar se generan residuos todos los días?



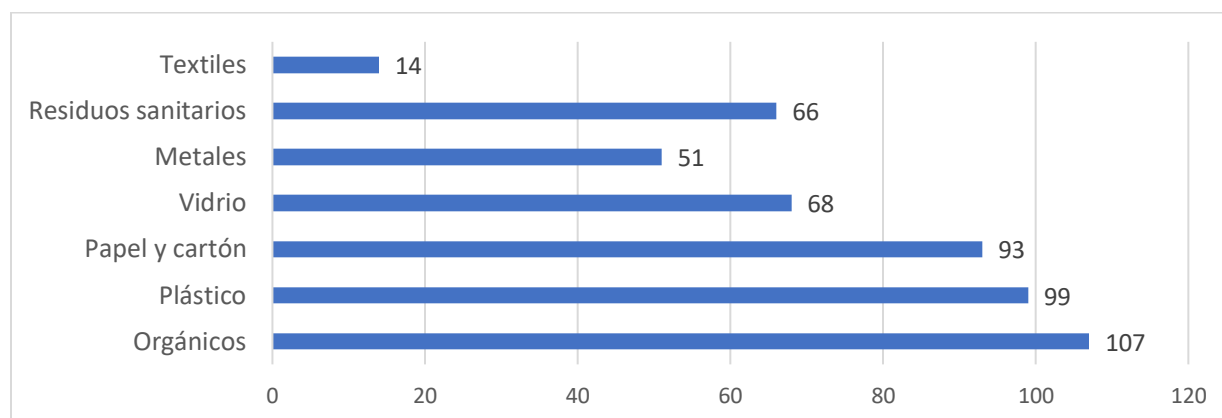
Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el 95,1% de los hogares encuestados en el municipio de Galapa manifiestan generar residuos sólidos diariamente, mientras que solo el 4,9% indica no hacerlo de forma constante. Estos resultados evidencian que la generación de residuos sólidos es una actividad cotidiana en la gran mayoría de los hogares, lo que confirma la existencia de un flujo constante de residuos en el municipio. Esta situación resalta la necesidad de contar con sistemas eficientes de recolección, aprovechamiento y disposición final, así como

la implementación de estrategias que promuevan la reducción y valorización de residuos desde la fuente.

Figura 4

¿Qué tipo de residuos se generan con mayor frecuencia en su hogar?

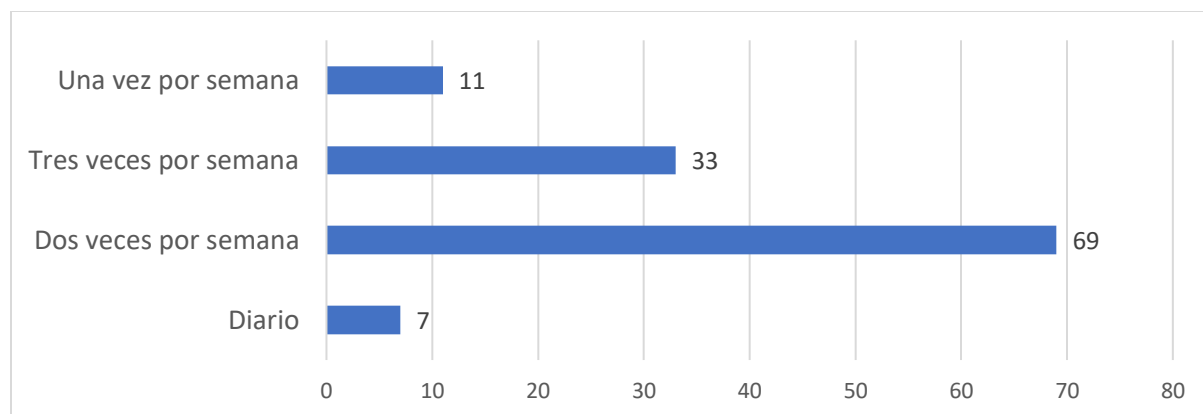


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

En relación con el tipo de residuos generados en los hogares del municipio de Galapa, se identificó que los residuos orgánicos son los de mayor frecuencia con 107 registros, seguidos por plásticos (99) y papel y cartón (93). En menor proporción se encuentran el vidrio (68), los residuos sanitarios (66), los metales (51) y los textiles (14). Es importante señalar que esta pregunta permitía la selección de múltiples opciones, por lo cual un mismo hogar pudo reportar varios tipos de residuos, razón por la cual la sumatoria de las frecuencias supera el total de encuestas aplicadas.

Figura 5

¿Con que frecuencia saca los residuos para la recolección?

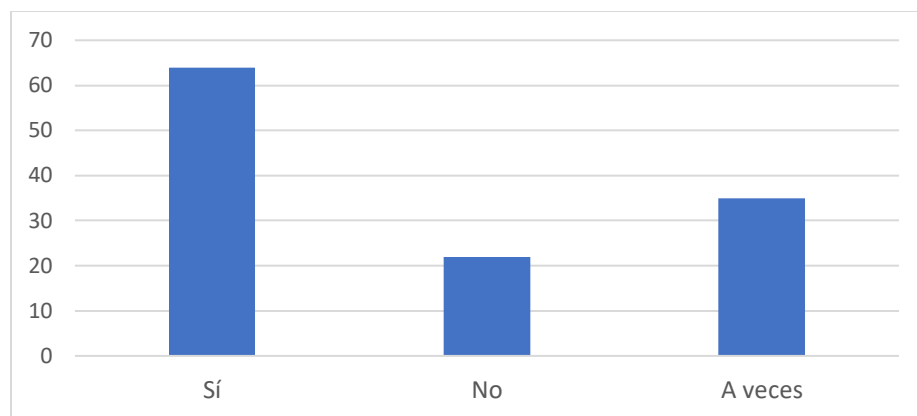


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

En relación con la frecuencia de disposición de residuos, se evidenció que la mayoría de los hogares encuestados los saca dos veces por semana (69), seguido de tres veces por semana (33). En menor proporción, 11 hogares lo hacen una vez por semana y solo 7 de manera diaria. Estos resultados indican que la disposición de residuos en Galapa se concentra principalmente en frecuencias intermedias, lo cual puede estar asociado a la programación del servicio de recolección. Asimismo, una baja frecuencia de disposición podría generar acumulación de residuos y posibles afectaciones sanitarias.

Figura 6

¿En su hogar separan los residuos?

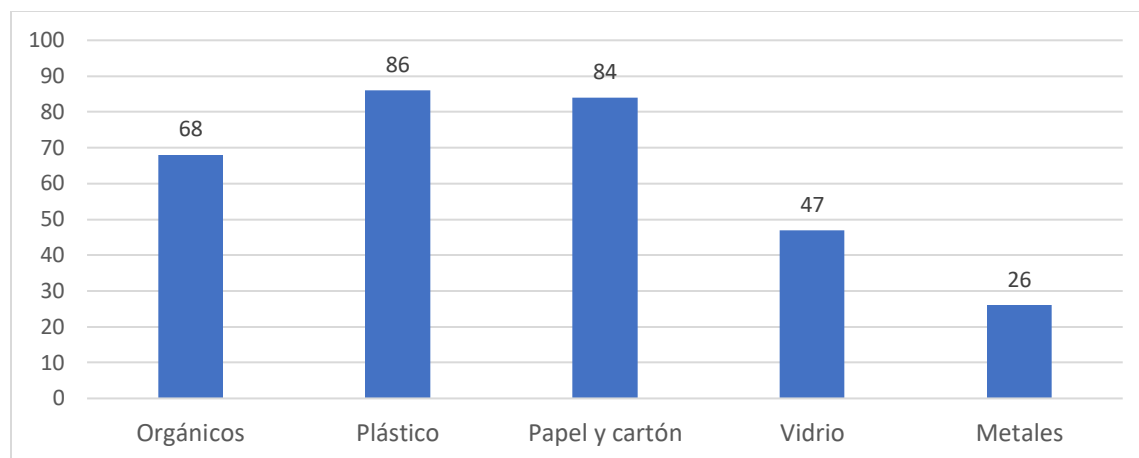


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

En cuanto a la separación en la fuente, se evidenció que 64 hogares sí realizan separación de residuos, mientras que 35 lo hacen de manera ocasional y 22 no separan. Estos resultados indican que, aunque existe una tendencia positiva hacia la separación en la fuente en el municipio de Galapa, aún persiste una proporción significativa de hogares que no adopta esta práctica de manera constante, lo que limita el aprovechamiento de los residuos y evidencia la necesidad de fortalecer estrategias de educación ambiental.

Figura 7

Si su respuesta fue si o a veces ¿Qué materiales separan?

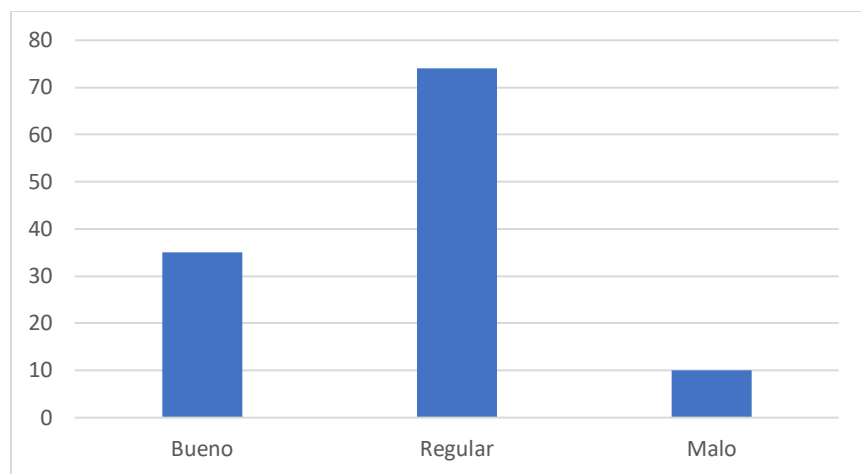


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Para los hogares que manifestaron realizar separación de residuos de forma permanente u ocasional (99 en total), se identificó que los materiales más comúnmente separados son el plástico (86) y el papel y cartón (84), seguidos por los residuos orgánicos (68). En menor proporción se separan vidrio (47) y metales (26). Estos resultados evidencian que los materiales con mayor valor de aprovechamiento económico son los más separados en los hogares, mientras que otros como los metales y el vidrio presentan menor recuperación, lo que sugiere oportunidades para fortalecer procesos de educación ambiental y promoción del reciclaje en el municipio.

Figura 8

¿Cómo clasifica el manejo de residuos en su sector?

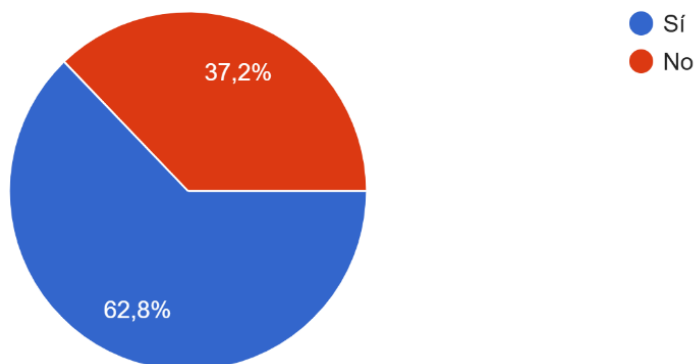


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

En relación con la percepción del manejo de residuos sólidos en el sector, la mayoría de los encuestados lo califica como regular (74), seguido de una valoración de bueno (35) y, en menor proporción, como malo (11). Estos resultados evidencian una percepción predominantemente intermedia del servicio, lo que indica que, aunque existen aspectos funcionales en la gestión de residuos, aún se presentan deficiencias que afectan la satisfacción de la comunidad.

Figura 9

¿Ha identificado puntos de acumulación de basura cerca de su vivienda?

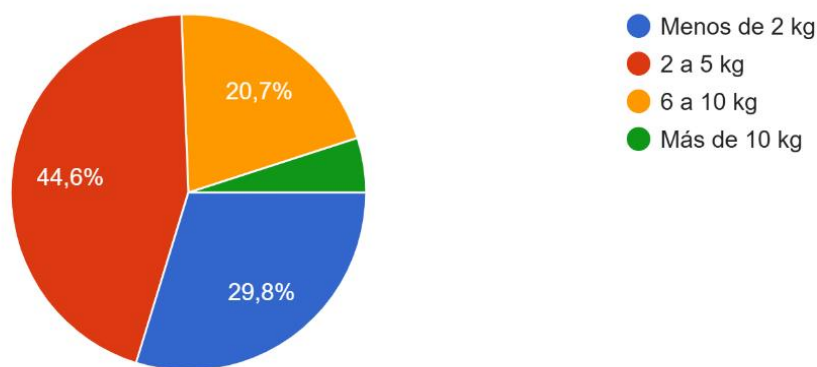


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Con base en la información recopilada a partir de 121 hogares encuestados, se observa que el 62,8 % de los participantes reporta la presencia de puntos de acumulación de residuos sólidos en las inmediaciones de su vivienda; por el contrario, el 37,2 % señala no haber identificado este tipo de situaciones. En este sentido, los resultados ponen de manifiesto una incidencia significativa de acumulaciones de basura en el entorno residencial, lo cual evidencia la necesidad de fortalecer las acciones de control y gestión de residuos a nivel comunitario.

Figura 10

¿Cuánto cree que pesa aproximadamente la cantidad de residuos que genera en su hogar al día?

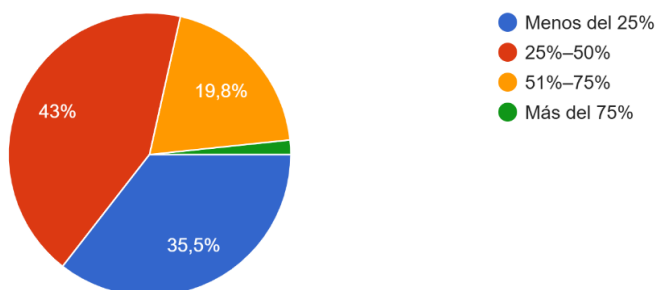


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

En relación con la percepción del peso de los residuos generados en los hogares, se evidenció que la mayor proporción de los encuestados (44,6%) considera que genera entre 2 y 5 kg diarios, seguido de un 29,8% que estima generar menos de 2 kg. Por su parte, el 20,7% indicó generar entre 6 y 10 kg, mientras que una proporción menor manifestó generar más de 10 kg al día. Estos resultados muestran que la mayoría de los hogares percibe una generación moderada de residuos, lo cual es coherente con los valores típicos de generación per cápita en contextos urbanos intermedios. No obstante, las percepciones pueden variar frente a mediciones reales, por lo que se hace necesario complementar esta información con caracterizaciones físicas de residuos.

Figura 11

De los residuos que genera en su hogar ¿Qué porcentaje considera que podría reciclarse o aprovecharse?

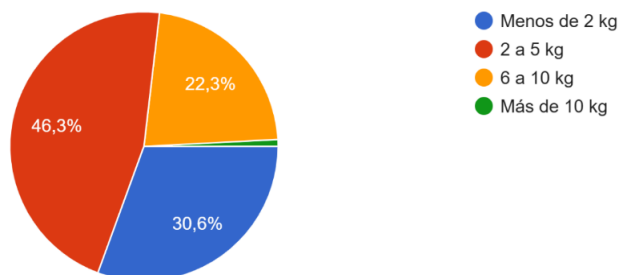


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

En relación con el porcentaje de residuos que los hogares consideran aprovechables, el 43% de los encuestados estima que entre el 25% y el 50% de sus residuos podría reciclarse, seguido de un 35,5% que considera que menos del 25% es aprovechable. Por su parte, el 19,8% indicó un potencial entre el 51% y el 75%, mientras que el 1,7% de los encuestados considera que más del 75% de sus residuos podría ser reciclado.?

Figura 12

¿Qué cantidad de material reciclable cree que podría entregar semanalmente

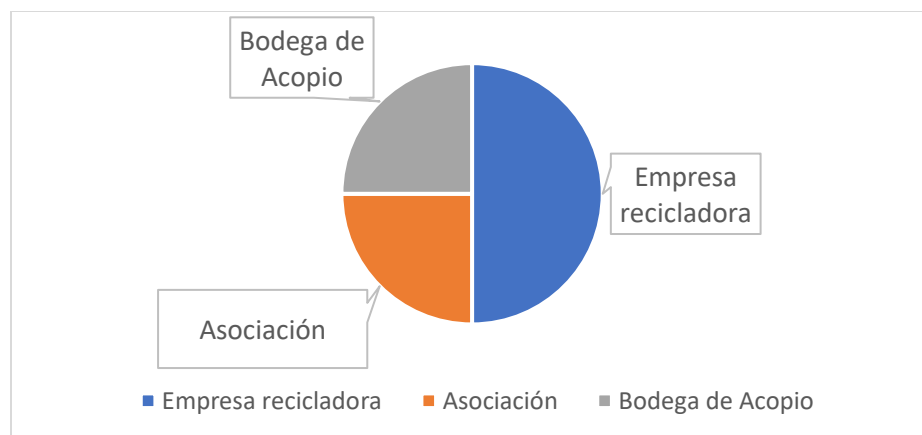


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

En cuanto a la cantidad de material reciclable que los hogares estarían dispuestos a entregar semanalmente, el 46,3% de los encuestados estima entre 2 y 5 kg, seguido de un 30,6% que considera menos de 2 kg. Por su parte, el 23,3% indica que podría entregar entre 6 y 10 kg, mientras que solo el 0,8% supera los 10 kg semanales. Estos resultados evidencian que existe una disponibilidad significativa de material reciclable a nivel domiciliario, concentrada principalmente en rangos bajos e intermedios, lo cual representa una base importante para el abastecimiento de una posible recuperadora de residuos sólidos en el municipio.

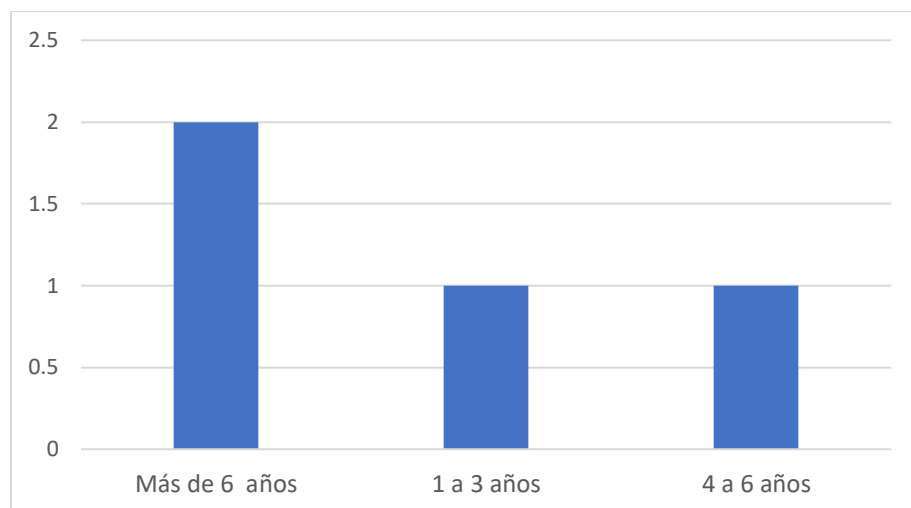
2.5.2. Caracterización de empresas recicladoras

En cuanto a los centros de acopio y bodegas de reciclaje, se logró la caracterización de cuatro (4) establecimientos en el municipio de Galapa, los cuales corresponden a actores activos dentro de la cadena de aprovechamiento de residuos sólidos. Durante el trabajo de campo se identificó un quinto establecimiento; sin embargo, no fue posible obtener información, debido a que se encontraba en proceso de traslado y reorganización operativa, según lo manifestado por su propietario. Los establecimientos caracterizados evidencian que la actividad de aprovechamiento en el municipio se desarrolla principalmente a través de bodegas de escala pequeña y mediana, donde se realizan procesos básicos como pesaje, almacenamiento, clasificación y comercialización de materiales reciclables.

Figura 13*Tipo de organización*

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

De las unidades de aprovechamiento encuestadas, el 50% corresponde a empresas recicladoras, mientras que el 25% se clasifica como asociaciones y el 25% restante como bodegas de acopio. Estos resultados evidencian que en el municipio de Galapa predomina una estructura de tipo empresarial dentro de la cadena de aprovechamiento, aunque también se identifica la presencia de organizaciones asociativas y unidades más básicas de acopio. Esta diversidad de formas organizativas refleja distintos niveles de formalización, capacidad operativa y acceso a recursos técnicos.

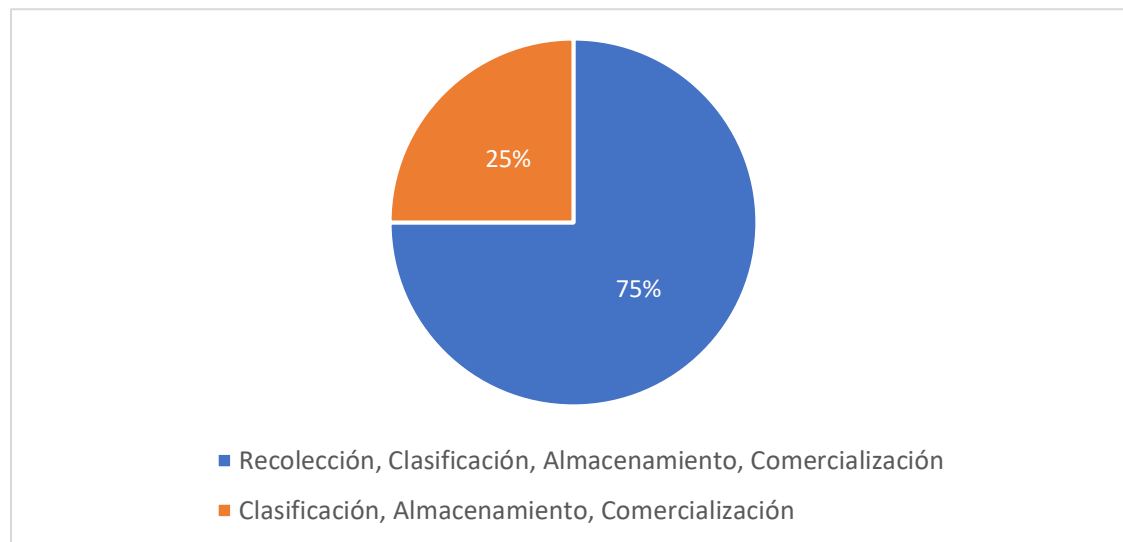
Figura 14*Tiempo de funcionamiento de su organización*

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

En relación con el tiempo de funcionamiento de las unidades de aprovechamiento encuestadas, se identificó que el 50% cuenta con más de 6 años de operación, mientras que el 25% tiene entre 1 y 3 años y el 25% restante entre 4 y 6 años. Estos resultados evidencian la presencia de actores con trayectoria consolidada dentro del municipio, lo cual sugiere cierto nivel de estabilidad en la actividad de aprovechamiento de residuos sólidos. Al mismo tiempo, la existencia de unidades más recientes indica que este sector continúa en crecimiento y presenta oportunidades de expansión.

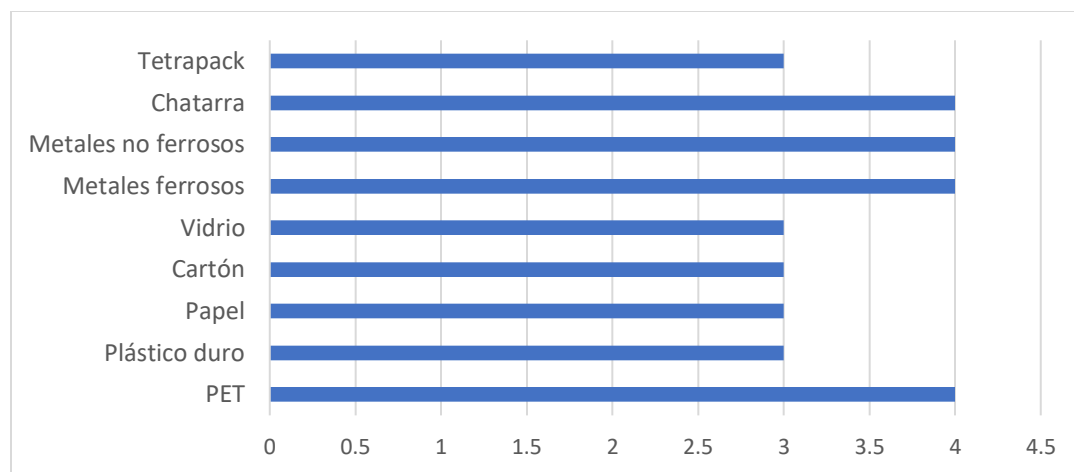
Figura 15

¿Qué actividades realiza la empresa?



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

En cuanto a las actividades desarrolladas por las unidades encuestadas, el 75% de ellas realiza de manera integral procesos de recolección, clasificación, almacenamiento y comercialización de materiales aprovechables, mientras que el 25% se enfoca en actividades de clasificación, almacenamiento y comercialización. Estos resultados evidencian que la mayoría de los actores participa en varias etapas de la cadena de aprovechamiento, lo cual indica un nivel operativo relativamente completo dentro del sistema local de reciclaje. Sin embargo, también se identifican unidades que no realizan la actividad de recolección, lo que sugiere una dependencia de terceros, principalmente recicladores de oficio, para el suministro de materiales.

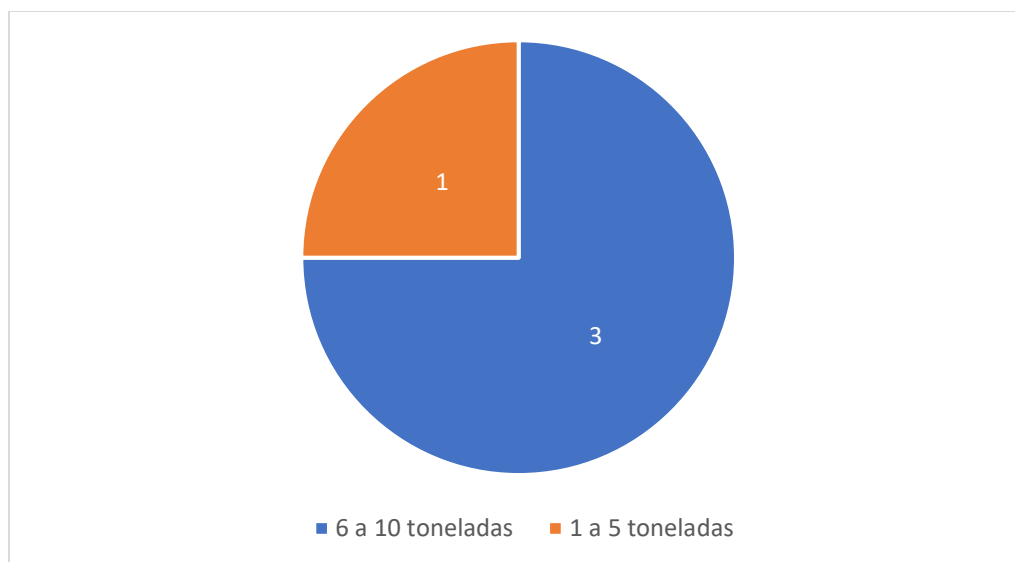
Figura 16*¿Qué materiales comercializa?*

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Los resultados evidencian que las unidades de aprovechamiento en el municipio de Galapa manejan una amplia variedad de materiales reciclables. El 100% de las empresas encuestadas recibe y comercializa materiales como PET, metales ferrosos, metales no ferrosos y chatarra, lo que refleja una alta demanda y valorización de estos residuos en el mercado. Por su parte, el 75% de las unidades trabaja con materiales como plástico duro, papel, cartón, vidrio y Tetrapak, lo cual indica que, aunque estos materiales también hacen parte de la cadena de aprovechamiento, su manejo no es completamente generalizado entre todos los actores.

Figura 17

¿Cuál es la cantidad aproximada de material que maneja mensualmente?

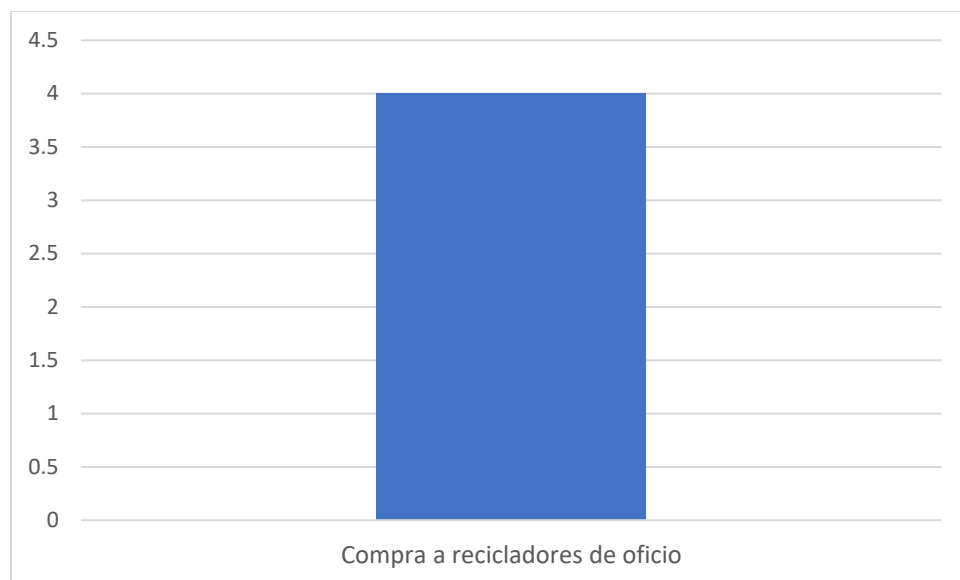


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

En relación con el volumen de material gestionado, el 75 % de las unidades de aprovechamiento encuestadas reporta manejar entre 6 y 10 toneladas mensuales, mientras que el 25 % gestiona entre 1 y 5 toneladas al mes. Estos resultados indican que la mayoría de los actores cuenta con una capacidad operativa media, lo que evidencia un flujo constante de materiales aprovechables en el municipio. Sin embargo, la presencia de unidades con menores volúmenes refleja heterogeneidad en el nivel de consolidación dentro de la cadena de reciclaje y sugiere una gestión más concentrada en materiales de mayor valor comercial, con posible subaprovechamiento de otras fracciones reciclables.

Figura 18

¿Cómo obtiene principalmente el material?



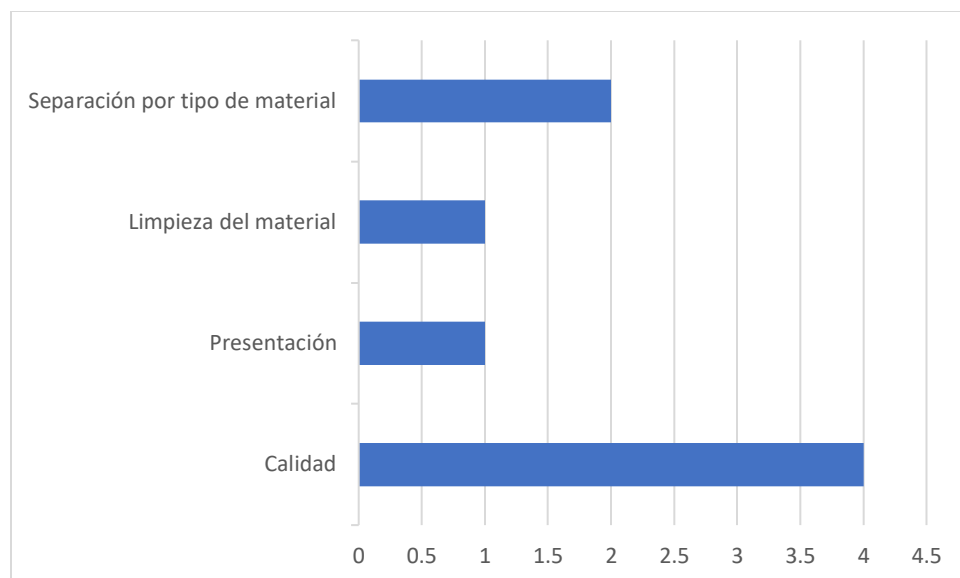
Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

El 100% de las unidades de aprovechamiento encuestadas indicó que obtiene el material reciclable mediante la compra a recicladores de oficio, lo que evidencia el papel fundamental que desempeñan estos actores dentro de la cadena de aprovechamiento en el municipio de Galapa.

Este resultado confirma que los recicladores constituyen el principal eslabón en la recolección y suministro de materiales aprovechables, siendo quienes garantizan el flujo de residuos hacia las bodegas y empresas recicladoras. En este sentido, cualquier estrategia orientada al fortalecimiento del sistema de gestión de residuos sólidos debe considerar su inclusión activa y condiciones de participación dignas.

Figura 19

¿Qué criterios utiliza para comprar el material reciclable?

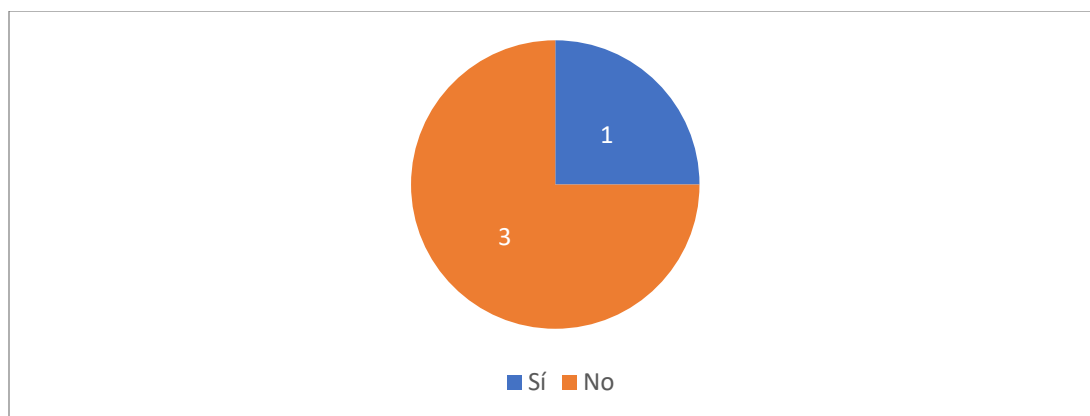


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Los resultados evidencian que el criterio más relevante para la compra de material reciclable es la calidad, mencionado por el 100% de las unidades encuestadas. Adicionalmente, el 50% considera importante la adecuada separación por tipo de material, mientras que en menor proporción se tienen en cuenta aspectos como la presentación y la limpieza del material (25% cada uno). Estos resultados indican que las condiciones en las que se entregan los residuos influyen directamente en su valorización y comercialización, priorizándose materiales que faciliten su procesamiento y reduzcan costos operativos. En este sentido, la calidad y la correcta separación en la fuente se consolidan como factores clave dentro de la cadena de aprovechamiento

Figura 20

¿Compra el material a asociaciones u organizaciones?

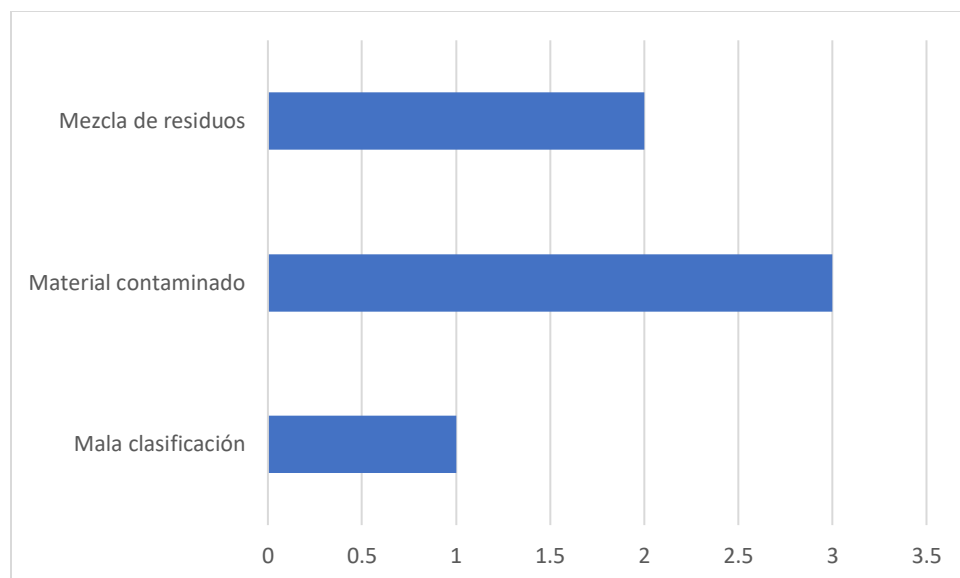


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

El 75% manifestó no adquirir material reciclable a través de asociaciones u organizaciones, mientras que solo el 25% indicó que sí realiza este tipo de compras. Estos resultados evidencian que la cadena de abastecimiento de material reciclable en el municipio de Galapa se encuentra predominantemente basada en relaciones directas entre las empresas recicladoras y los recicladores de oficio, sin una intermediación significativa de asociaciones formalmente constituidas. Esta situación es coherente con otros hallazgos del estudio, donde se identificó que el 100% de las empresas obtiene el material mediante la compra a recicladores individuales.

Figura 21

¿Qué problemas observa con mayor frecuencia en el material que recibe?

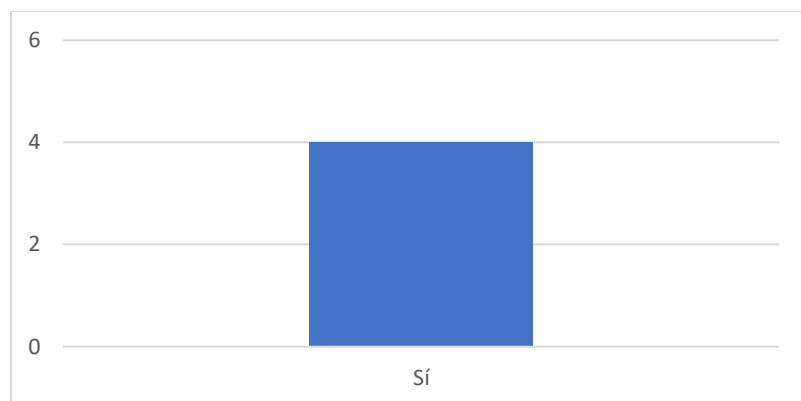


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Los resultados evidencian que el material contaminado constituye la principal dificultad en la cadena de aprovechamiento, lo cual afecta directamente la calidad del material reciclable, incrementa los costos de separación y reduce las posibilidades de valorización. La mezcla de residuos aparece como el segundo problema más frecuente, reflejando deficiencias en la separación en la fuente, tanto en hogares como en actividades comerciales e institucionales. Finalmente, la mala clasificación, aunque menos reportada, sigue siendo un factor que limita la eficiencia de los procesos de reciclaje.

Figura 22

¿Los precios de compra del material reciclable varían con frecuencia?

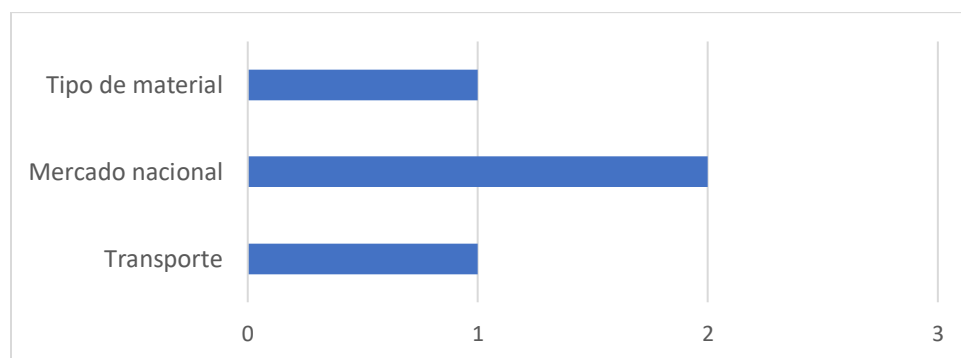


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

El 100 % de las empresas de reciclaje caracterizadas manifestó que los precios de compra del material reciclable varían con frecuencia. Este resultado evidencia que la variabilidad de los precios es una condición generalizada en el mercado del reciclaje.

Figura 23

¿Qué factores influyen en el precio del material?

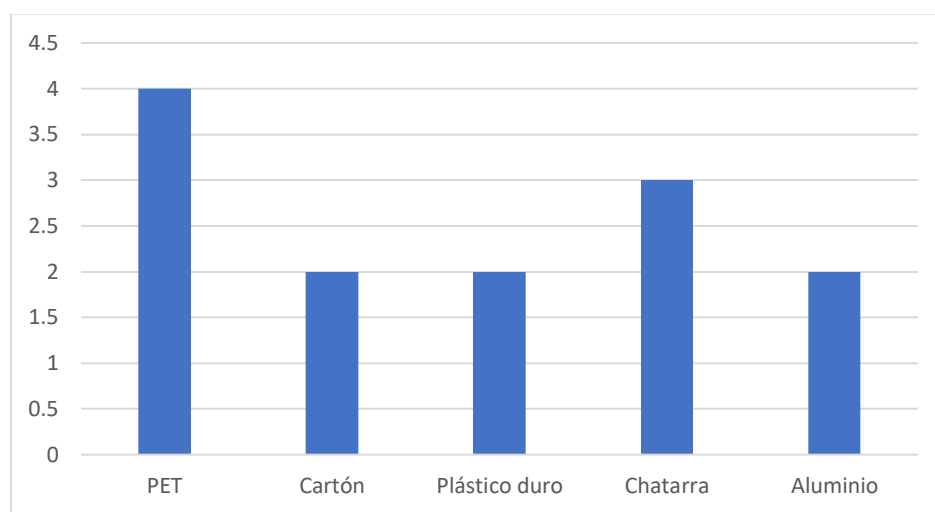


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Respecto a los factores que influyen en el precio del material, el mercado nacional fue señalado como el más determinante (50 %), seguido del transporte (25 %) y el tipo de material (25 %), evidenciando que la valorización de los residuos reciclables depende tanto de las condiciones del mercado como de aspectos logísticos y de las características propias del material.

Figura 24

¿Qué materiales tienen actualmente mayor demanda comercial?



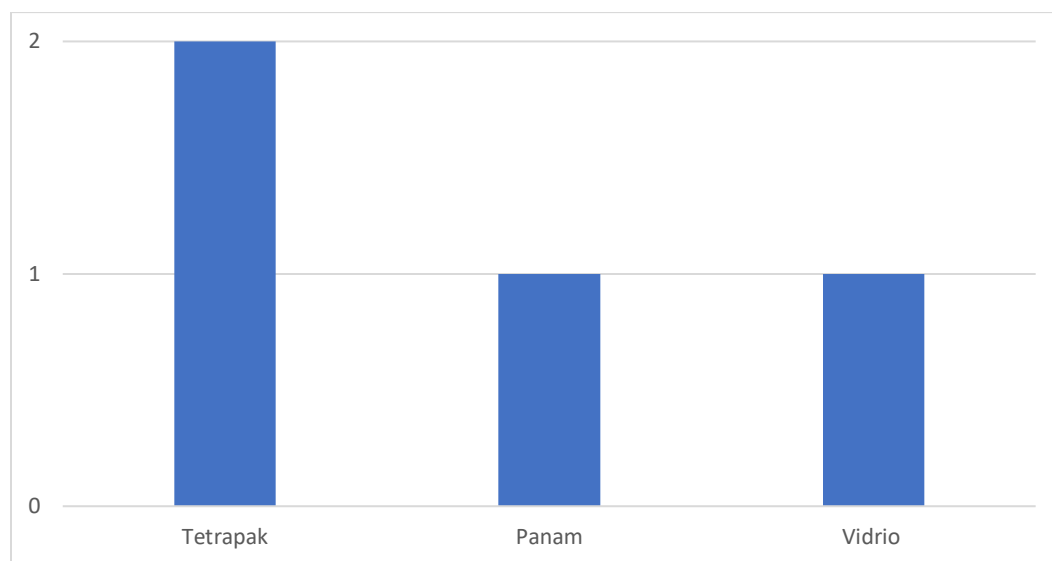
Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Los resultados relacionados con la demanda comercial de materiales reciclables indican que el PET es el material con mayor demanda, al ser identificado por el 100 % de las empresas de reciclaje caracterizadas. La chatarra ocupa el segundo lugar, mencionada por el 75 % de las empresas, lo que refleja su alto valor en el mercado de aprovechamiento. Por su parte, el cartón, el plástico duro y el aluminio fueron señalados cada uno por el 50 % de las empresas, evidenciando una demanda comercial relevante, aunque en menor proporción.

Estos resultados muestran que la demanda de materiales reciclables se concentra principalmente en aquellos con mayor estabilidad de mercado y valor económico, lo cual influye directamente en las decisiones de acopio y comercialización de las empresas del sector.

Figura 25

¿Qué materiales presentan menor salida comercial?



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

En relación con los materiales que presentan menor salida comercial, los resultados muestran que el Tetrapak es el material con mayores dificultades de comercialización, al ser señalado por el 50 % de las empresas de reciclaje caracterizadas. En menor proporción, el panam y el vidrio fueron identificados cada uno por el 25 % de las empresas, evidenciando limitaciones asociadas a su bajo valor comercial, escasa demanda o dificultades en los procesos de aprovechamiento.

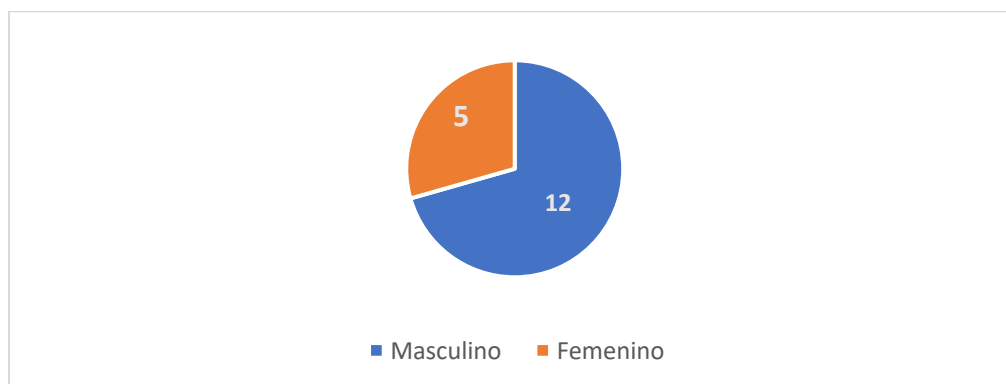
2.5.3. Caracterización a recicladores de oficio

La caracterización de los recicladores de oficio constituye un elemento clave para comprender el funcionamiento del sistema de aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio de Galapa, Atlántico, dado su papel fundamental en la recolección y recuperación de materiales reciclables. Para este componente, se aplicaron encuestas estructuradas a un total de 17 recicladores de oficio activos en el municipio, seleccionados mediante muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando su disponibilidad y zonas de trabajo. El instrumento permitió recopilar información relacionada con sus condiciones sociodemográficas, dinámicas de trabajo, medios de recolección, tipos de materiales recuperados y formas de comercialización. Estos resultados permiten identificar las principales características, problemáticas y oportunidades asociadas a esta población, aportando insumos relevantes para su inclusión dentro del modelo de gestión integral propuesto.

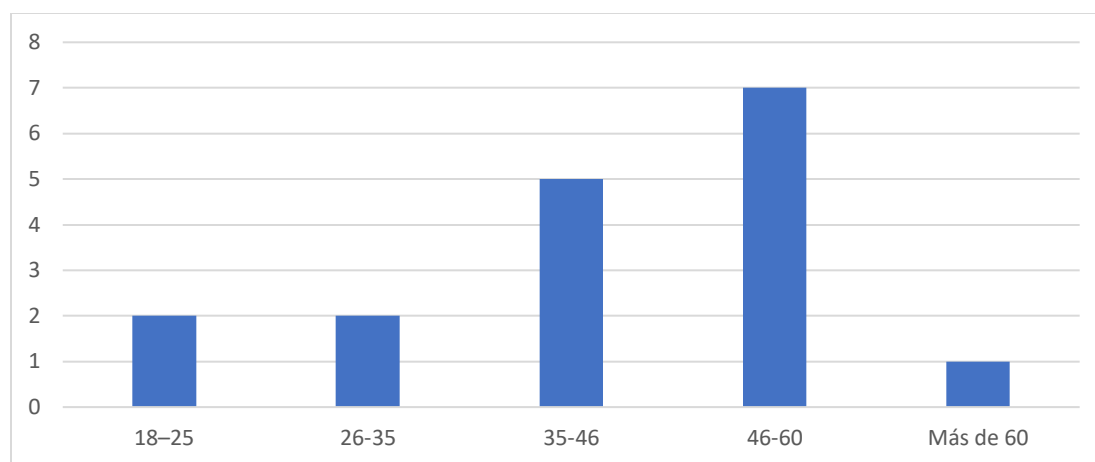
Caracterización sociodemográfica

Figura 26

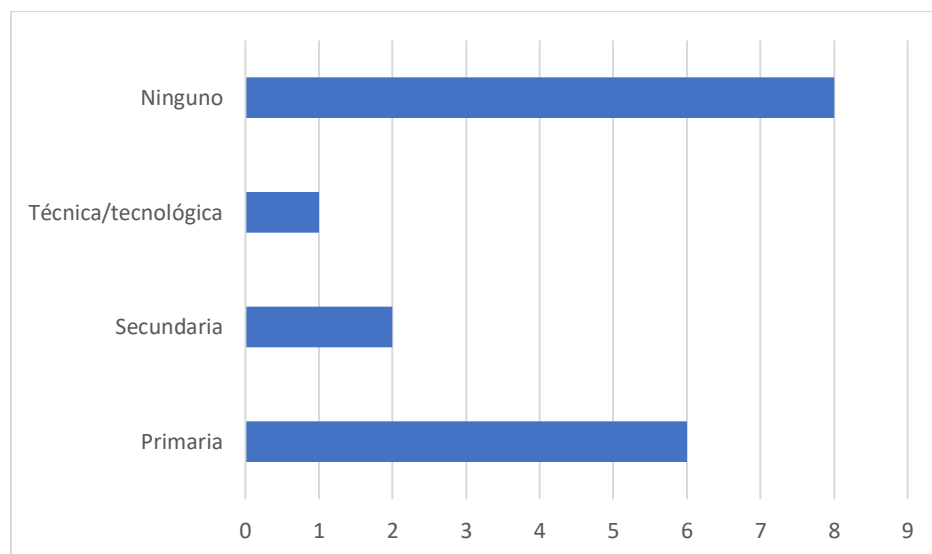
Sexo



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura 27*Edad*

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura 28*Nivel educativo*

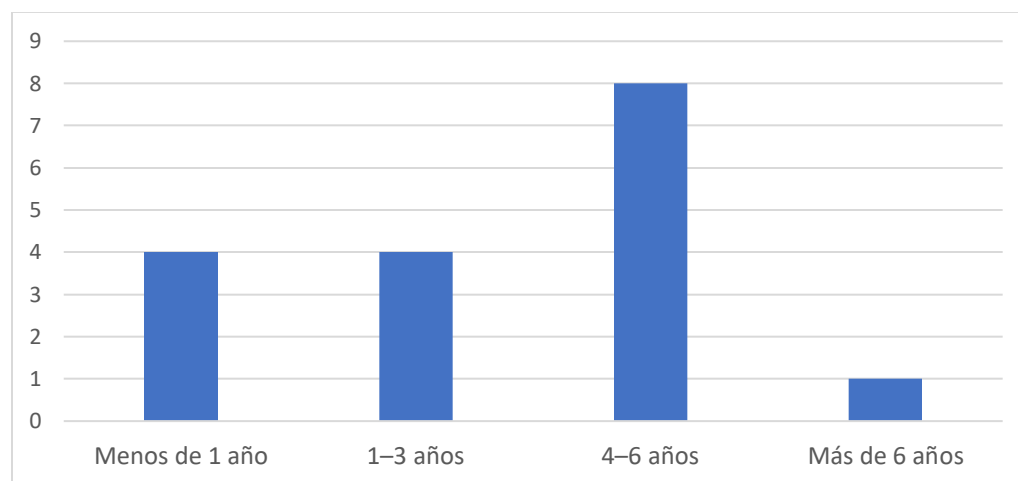
Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Los resultados evidencian que la actividad del reciclaje en el municipio de Galapa es desarrollada mayoritariamente por personas adultas, con una participación significativa de hombres, aunque también se observa presencia femenina. Los rangos de edad predominantes se concentran entre los 35 y 60 años, lo que indica que el reciclaje constituye una actividad de sustento principalmente para población en edad productiva madura. En cuanto al nivel educativo, la mayoría de los encuestados cuenta con escolaridad básica o no presenta ningún nivel educativo formal, lo que refleja condiciones de vulnerabilidad social y limitadas oportunidades de acceso al sistema educativo.

Experiencia y forma de trabajo

Figura 29

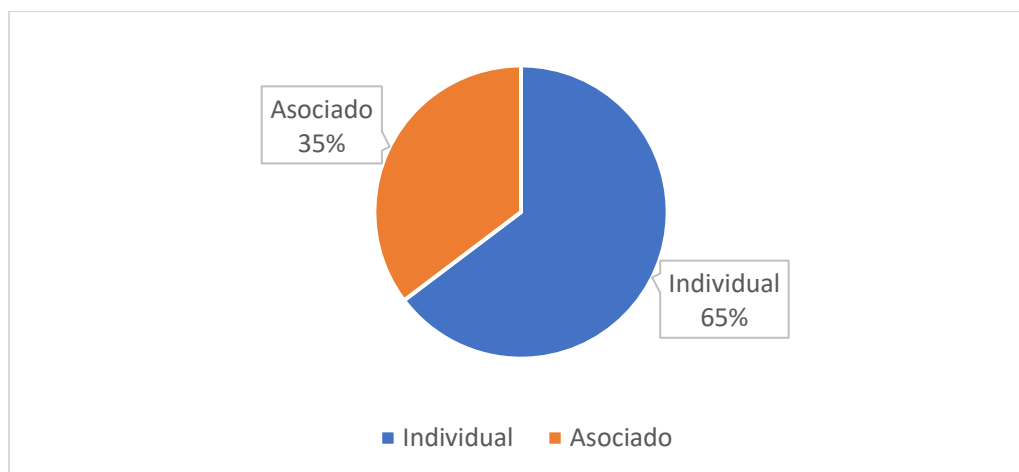
Cuánto tiempo lleva trabajando como reciclador(a)?



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura 30

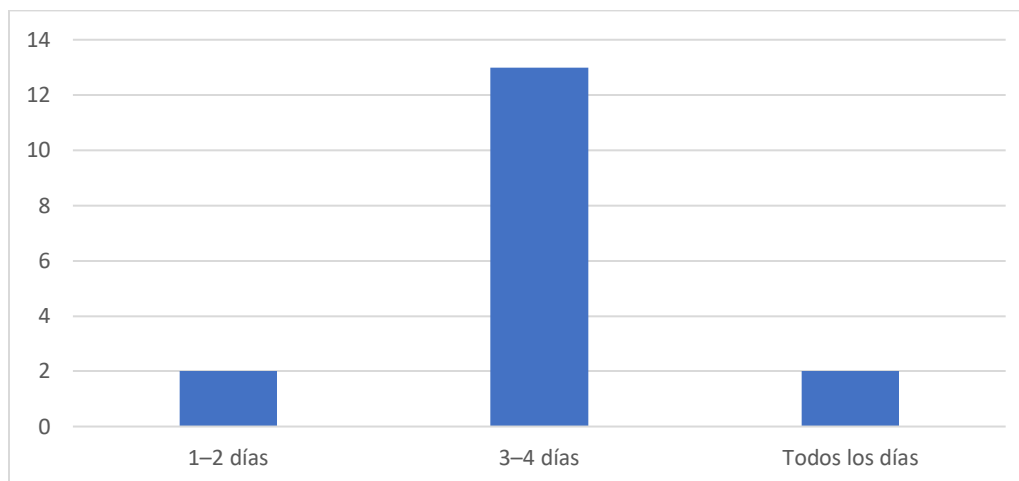
¿Trabaja de manera individual o asociada



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura 31

¿Con qué frecuencia trabaja en la semana?



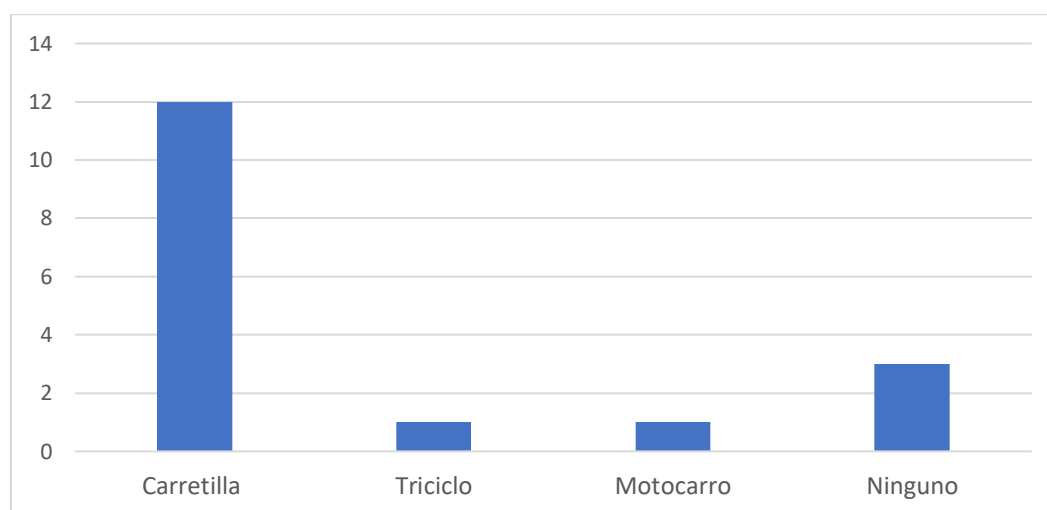
Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

En relación con la trayectoria laboral, se identifica que una parte considerable de los recicladores lleva más de cuatro años desempeñando esta actividad, lo que demuestra experiencia y conocimiento empírico del oficio. Sin embargo, también se registra la participación de recicladores con menos de un año de vinculación, lo cual sugiere una constante incorporación de nuevos actores al sistema informal de reciclaje. Predomina el trabajo individual sobre el trabajo asociado, aunque se evidencian algunos casos de recicladores vinculados a organizaciones o asociaciones. En cuanto a la frecuencia laboral, la mayoría de los encuestados realiza actividades de recolección entre tres y cuatro días a la semana, e incluso algunos trabajan de manera diaria, lo que confirma la dependencia económica del reciclaje como fuente principal de ingresos.

Condiciones operativas de trabajo

Figura 32

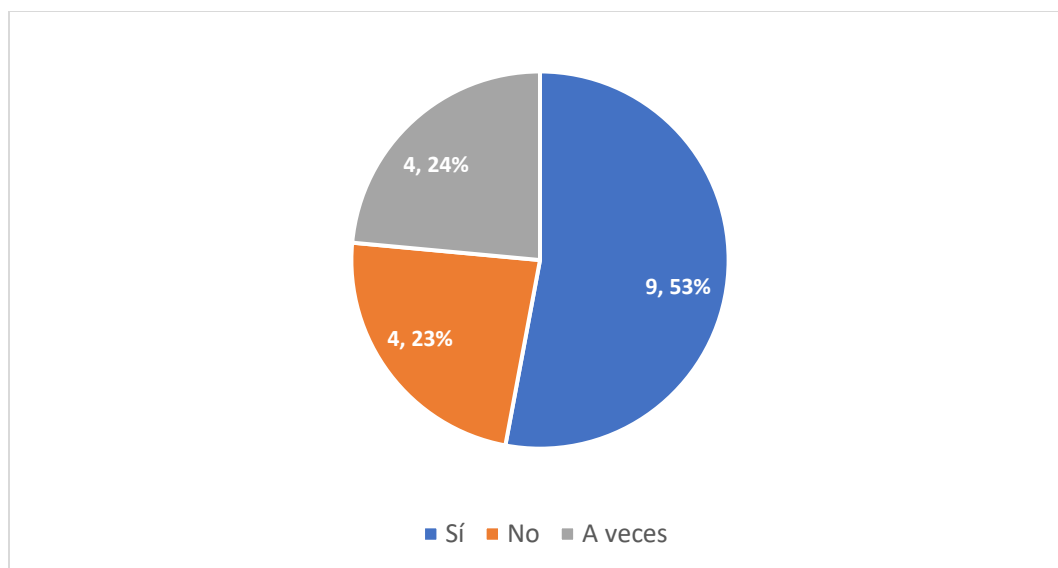
¿Cuenta con algún medio de transporte para recolectar material?



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura 33

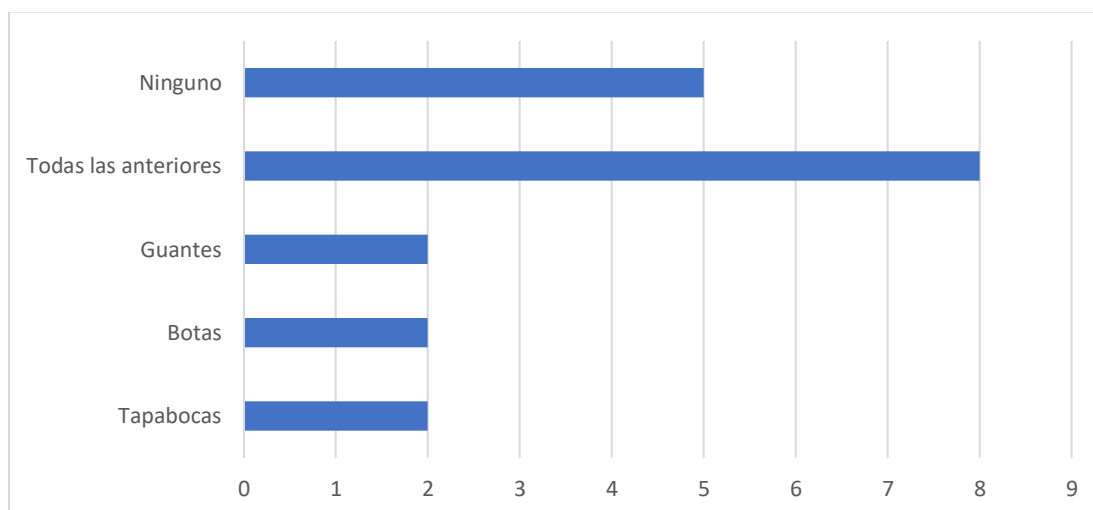
¿Usa elementos de protección personal?



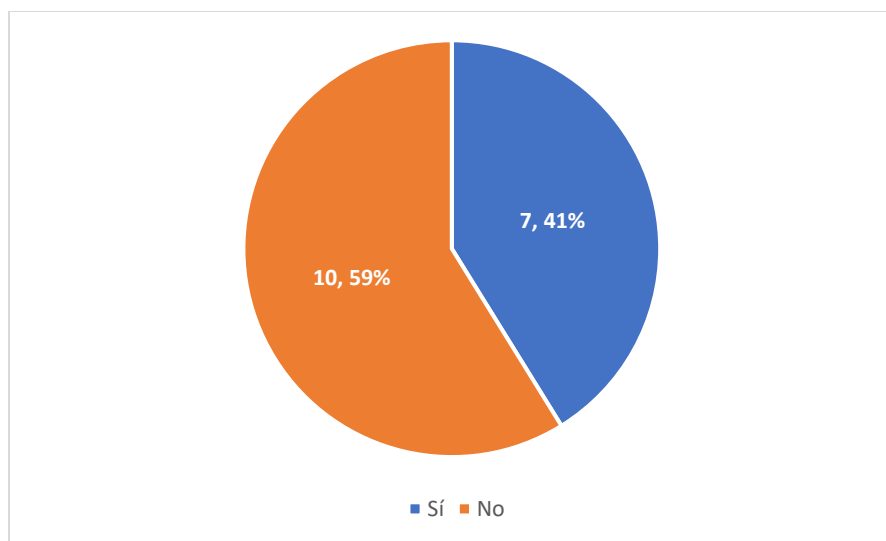
Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura 34

¿Cuáles utiliza?



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura 35*¿Cuenta con afiliación a seguridad social*

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

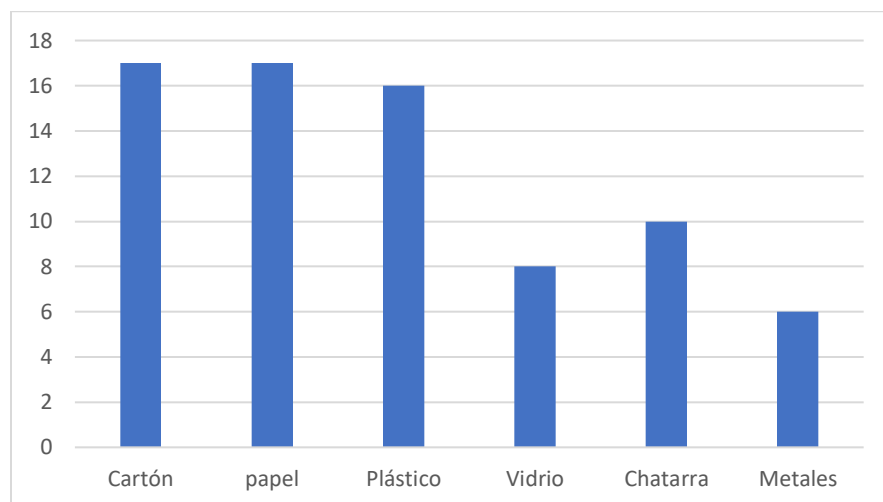
Los resultados muestran que la mayoría de los recicladores cuenta con algún medio de transporte para la recolección de materiales, claro predominio del uso de la carretilla, empleada por la gran mayoría de los recicladores encuestados 12 de 17. Este resultado evidencia que la actividad se desarrolla principalmente bajo condiciones físicas exigentes, donde el desplazamiento y la carga del material dependen en gran medida del esfuerzo humano. Del mismo modo se identificó un número reducido de recicladores que utilizan triciclo y motocarro, lo cual representa una minoría dentro de la muestra y sugiere un acceso limitado a medios de transporte motorizados o semimecanizados. Asimismo, algunos recicladores manifestaron no contar con ningún medio de transporte, situación que incrementa las dificultades operativas, reduce la capacidad de recolección diaria y limita los ingresos generados.

No obstante, el uso de elementos de protección personal no es generalizado. Aunque algunos recicladores reportan el uso de guantes, tapabocas o botas, un porcentaje significativo manifiesta no utilizar ningún tipo de protección o hacerlo de manera ocasional. Asimismo, se evidencia una baja afiliación a la seguridad social, lo que expone a esta población a riesgos laborales, de salud y a condiciones de informalidad persistente.

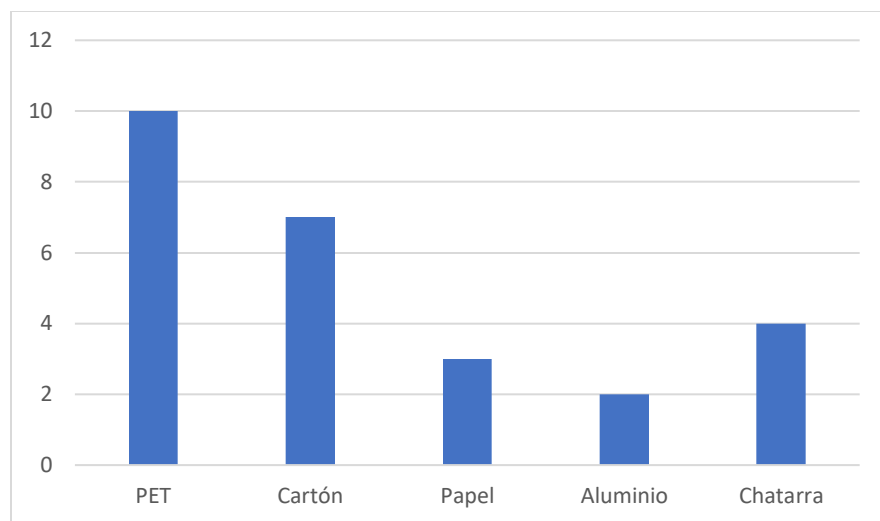
Materiales recuperados y zonas de trabajo

Figura 36

¿Qué materiales recoge con mayor frecuencia?



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura 37*¿Cuál es el material que más recoge*

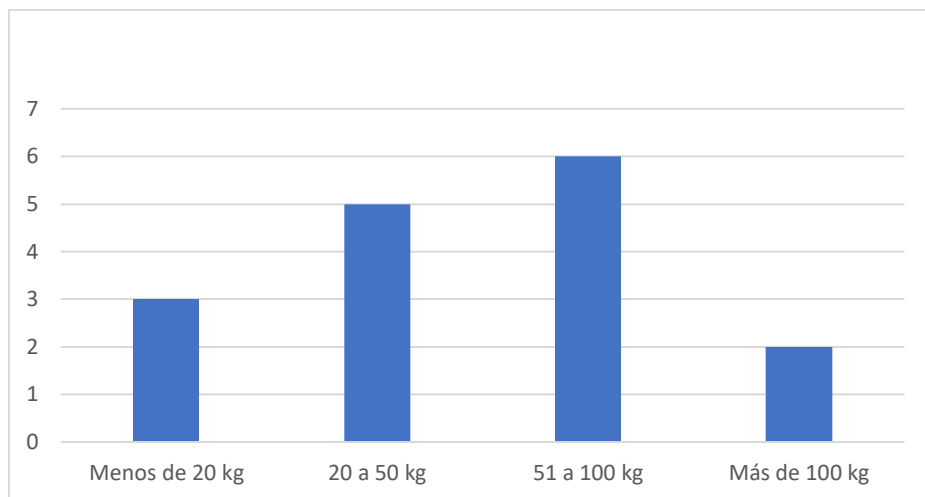
Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

En cuanto a los materiales recuperados, el cartón, el papel y los plásticos son los residuos recolectados con mayor frecuencia por los recicladores encuestados, seguidos por chatarra, vidrio y metales. Las zonas de recolección se concentran principalmente en barrios residenciales y sectores específicos del municipio, lo que indica una cobertura territorial definida pero limitada. El PET y cartón destacan como los materiales más recolectados, debido a su alta disponibilidad y facilidad de comercialización.

Productividad y volumen de recolección

Figura 38

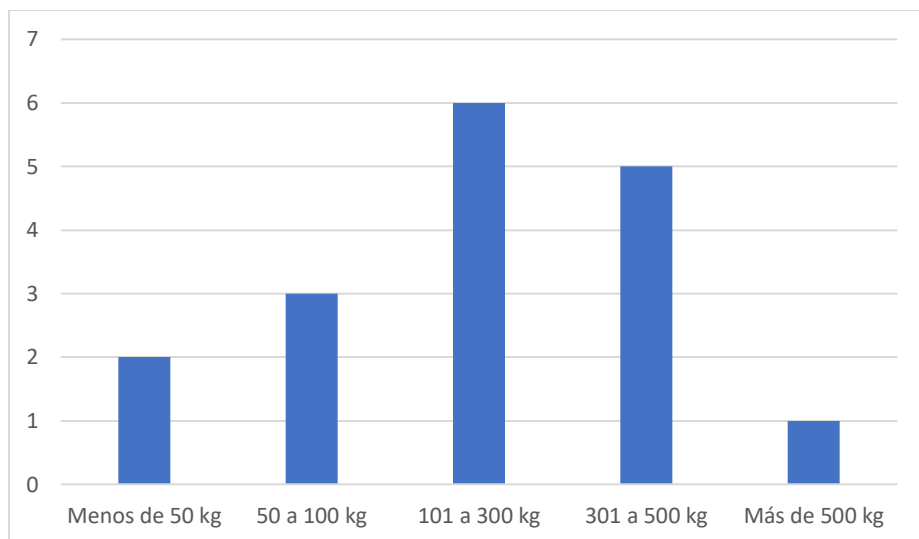
¿Cuántos kilogramos de material recolecta aproximadamente por día?



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura 39

¿Cuántos kilogramos vende aproximadamente por semana?



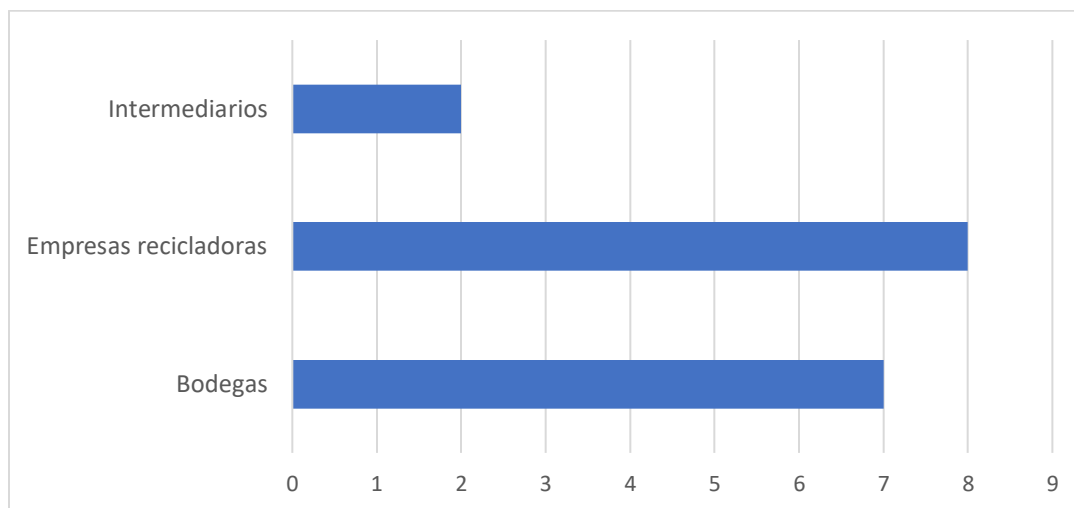
Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Respecto a la cantidad de material recuperado, los resultados muestran una alta variabilidad entre los recicladores. La mayoría recolecta entre 20 y 100 kilogramos diarios, mientras que algunos alcanzan volúmenes superiores a los 100 kilogramos por día. De manera similar, el volumen de venta semanal oscila entre 50 y más de 500 kilogramos, dependiendo de la experiencia, el medio de transporte y la frecuencia de trabajo. Estos datos evidencian un potencial significativo de aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio.

Comercialización del material

Figura 40

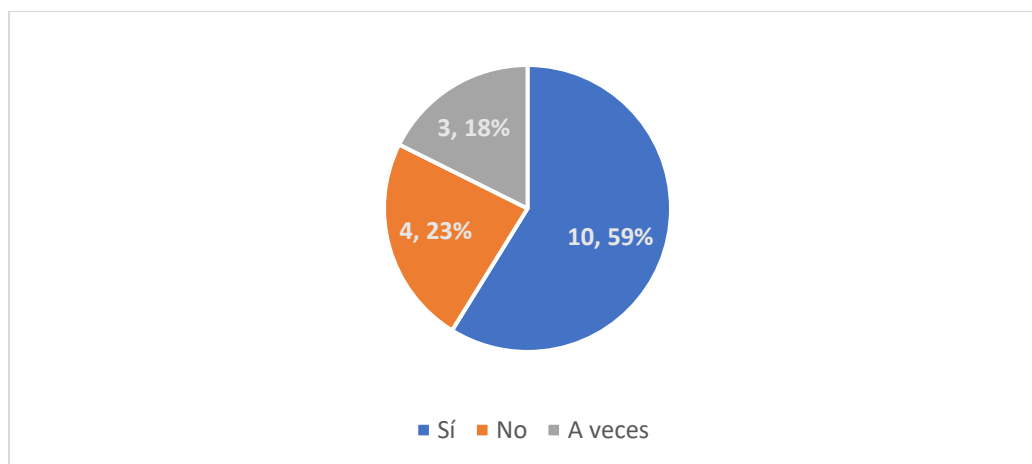
¿A quién vende el material recuperado



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura 41

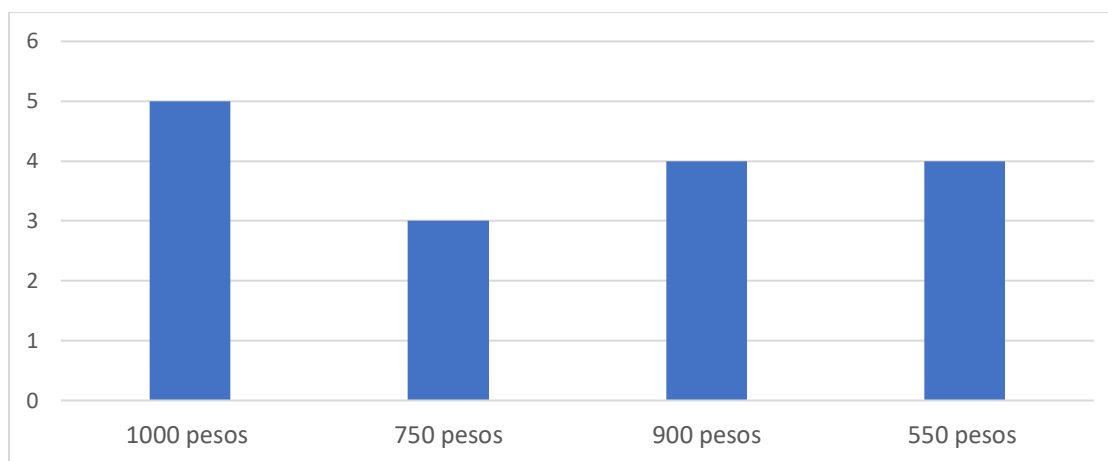
¿Considera justo el precio que recibe por el material?



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura 42

¿Cuánto le pagan aproximadamente por kilogramo del material que más vende?



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

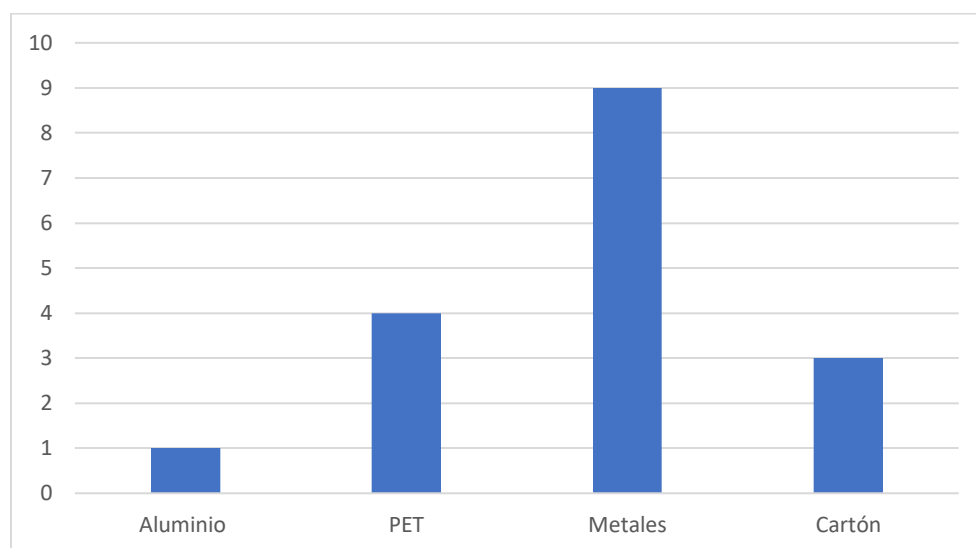
En relación con la venta del material, la mayoría de los recicladores comercializa los residuos recuperados con bodegas, empresas recicladoras o intermediarios. Aunque algunos

consideran que el precio recibido es justo, una proporción importante manifiesta inconformidad o solo una percepción parcial de justicia en los pagos. Los precios por kilogramo varían según el tipo de material, siendo los metales y el aluminio los que alcanzan mayores valores comerciales en comparación con el PET, cartón o el papel.

Ingresos económicos

Figura 43

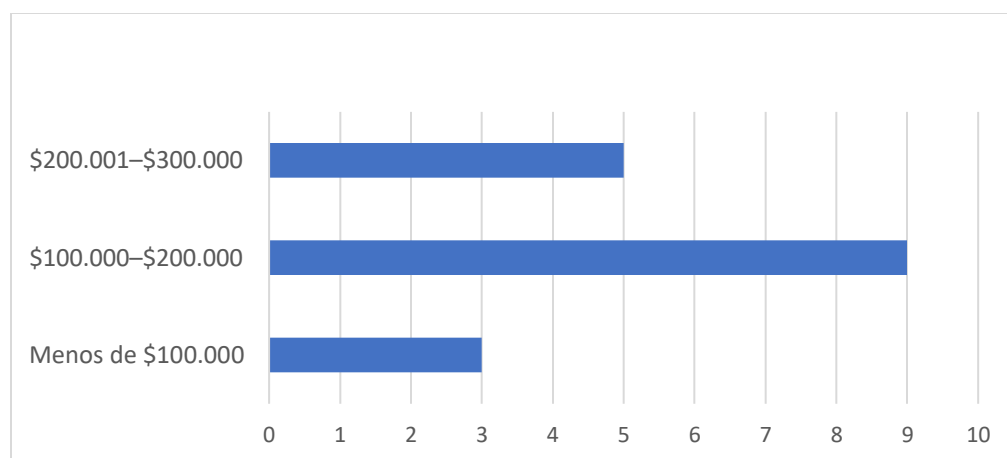
¿Cuál es el material que más ingresos le genera?



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura 44

¿Cuál es su ingreso promedio semanal?

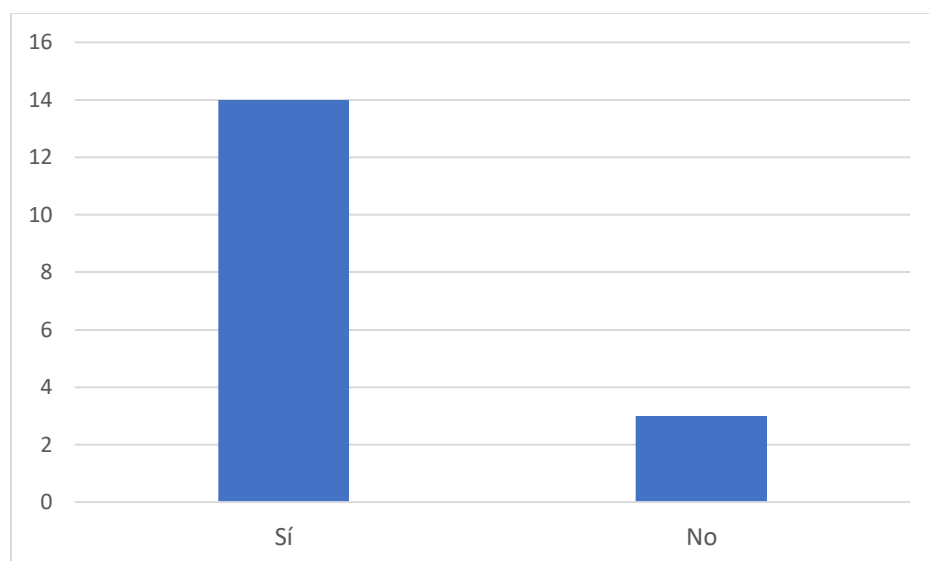


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Infraestructura para el reciclaje

Figura 45

¿Tiene un lugar fijo para clasificar o almacenar el material?



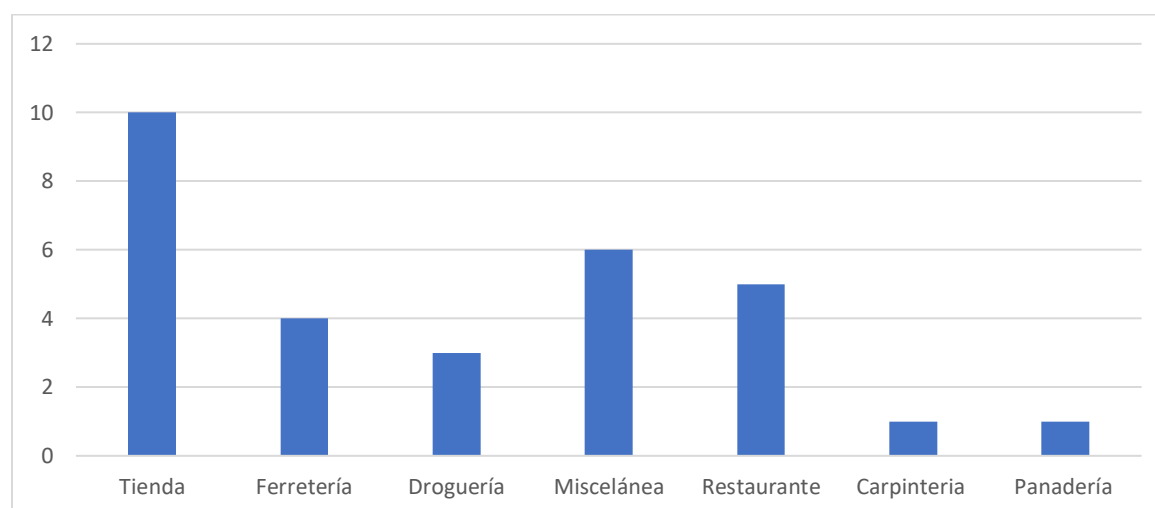
Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

2.5.4. Caracterización de a las unidades productiva.

En relación con las unidades productivas asociadas al aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio de Galapa, se realizó la caracterización de diversas iniciativas que participan de manera activa en esta cadena. A lo largo del proceso de recolección de información, se identificaron algunas unidades adicionales; sin embargo, en determinados casos no fue posible obtener información detallada debido a restricciones operativas o a la ausencia de los responsables durante las visitas. Las unidades productivas analizadas permiten observar que la actividad de aprovechamiento en el municipio se lleva a cabo principalmente mediante iniciativas de pequeña escala, en su mayoría de tipo familiar o colectivo, en las que se desarrollan actividades como la recolección, la separación en origen, el acondicionamiento y, en ciertos casos, la transformación inicial de materiales reciclables. Estas iniciativas constituyen un componente fundamental dentro de la cadena de valor, aportando tanto a la generación de ingresos como al manejo adecuado y sostenible de los residuos sólidos en el territorio.

Figura 46

Tipo de establecimiento:

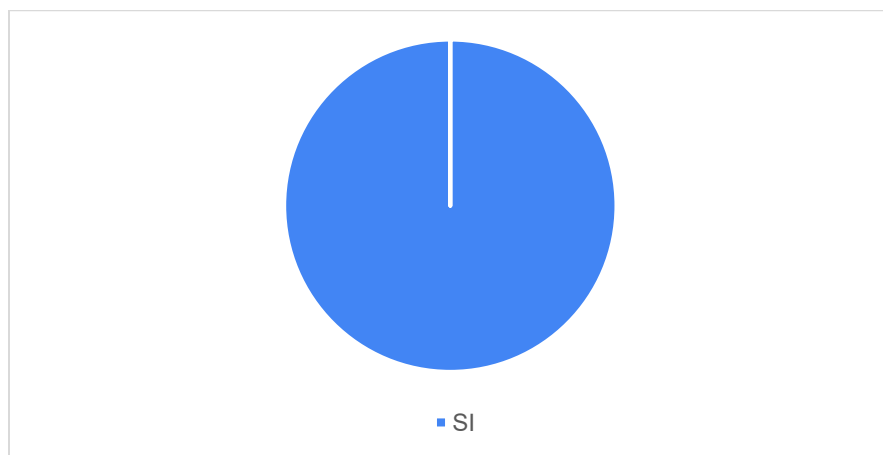


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

De acuerdo con la información recopilada, se observa que las tiendas constituyen el tipo de establecimiento con mayor representación, registrando 10 unidades. Seguidamente, se identifican las misceláneas con 6 registros y los restaurantes con 5 registros, lo que refleja una participación significativa de actividades comerciales y de servicios. En menor proporción, se encuentran las ferreterías (4 registros) y las droguerías (3 registros). Finalmente, las carpinterías y panaderías presentan la menor presencia, con 1 registro cada una. En conjunto, la distribución evidencia una diversidad de tipologías de establecimientos, predominando aquellos asociados al comercio minorista.

Figura 47

¿El establecimiento genera residuos diariamente?

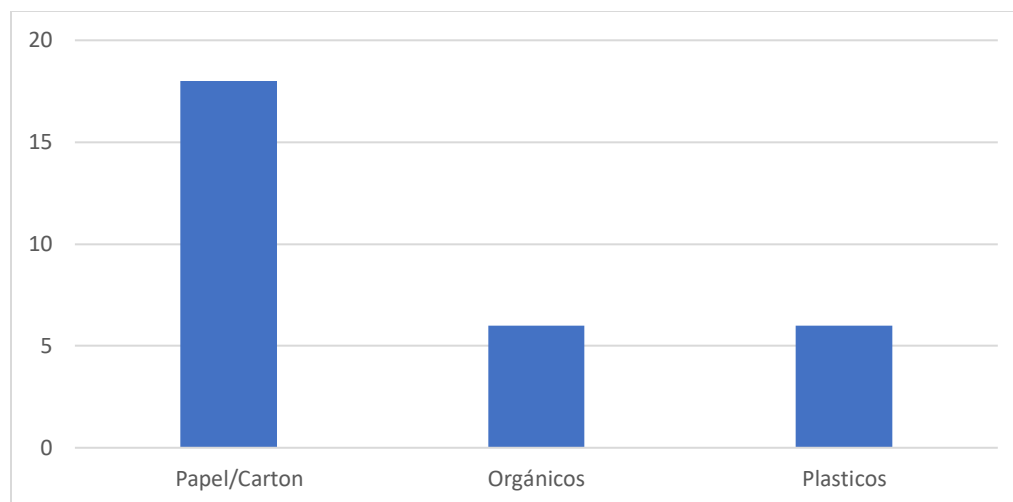


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Los establecimientos manifiestan generan diariamente residuos sólidos, el 100% de las unidades productivas evaluadas reportaron continuidad en la generación lo que evidencia una práctica constante asociada a sus actividades operativas.

Figura 48

¿Qué tipo de residuos genera con mayor frecuencia?

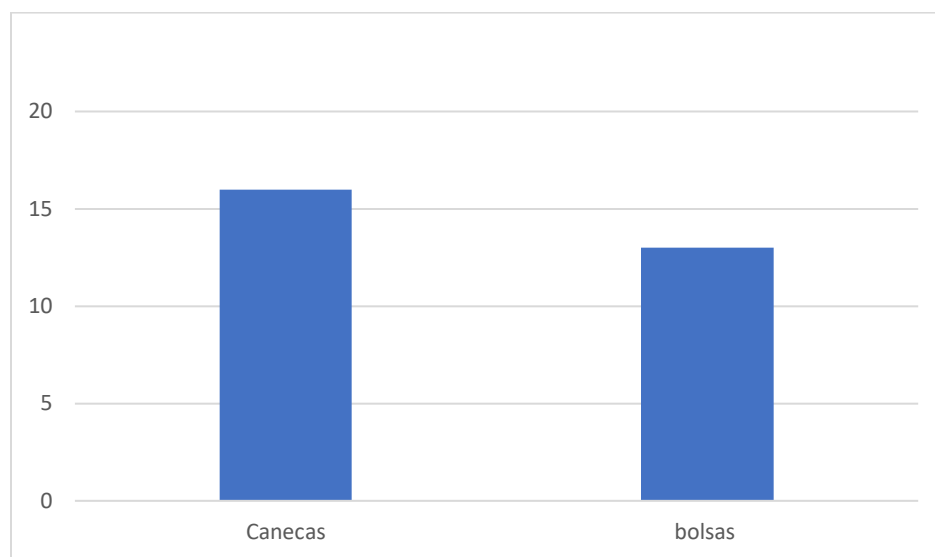


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

De acuerdo con los datos obtenidos, se establece que los residuos de papel y cartón son los que se generan con mayor frecuencia, al registrar 18 unidades, lo que los posiciona como la fracción predominante. En contraste, los residuos orgánicos y plásticos presentan una generación considerablemente menor, con 6 unidades cada uno, evidenciando una distribución equitativa entre estas dos categorías. Por consiguiente, la composición de los residuos se concentra principalmente en materiales potencialmente aprovechables, lo que representa una oportunidad para fortalecer estrategias de separación en la fuente y aprovechamiento.

Figura 49

¿Cómo almacena los residuos?

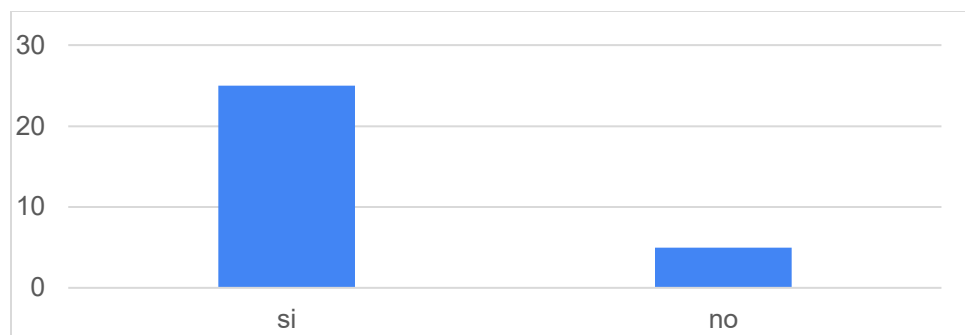


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Con base en los resultados obtenidos, se identifica que el almacenamiento de los residuos se realiza principalmente en canecas, registrando la mayor frecuencia. Adicionalmente, una proporción relevante de los residuos es dispuesta en bolsas, aunque en menor medida. En consecuencia, se evidencia el uso combinado de mecanismos de almacenamiento, con predominio de recipientes rígidos frente a sistemas flexibles de contención.

Figura 50

¿Separa los residuos en el establecimiento?

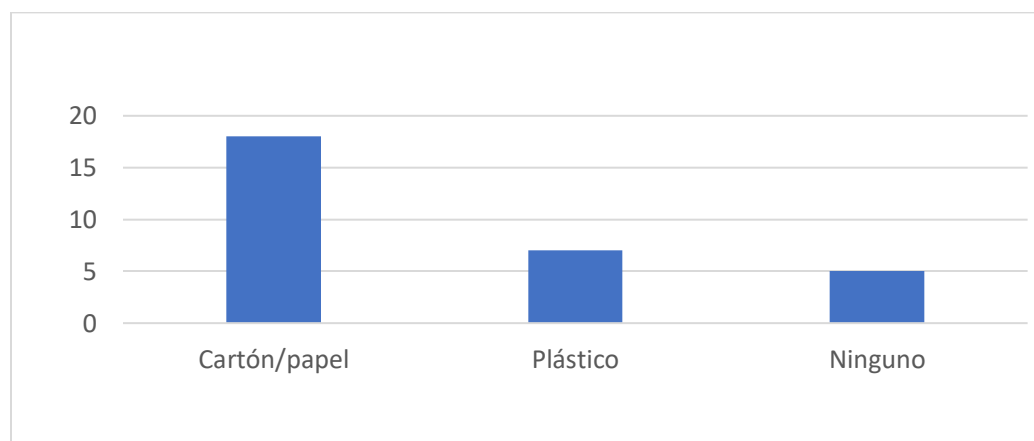


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Los resultados muestran que predomina la separación de residuos en el establecimiento por parte de las unidades productivas, en tanto que un grupo minoritario no aplica esta práctica. En términos generales, se identifica un alto grado de implementación de la separación en la fuente, aunque aún subsisten casos aislados sin adopción del procedimiento.

Figura 51

¿Qué materiales separa?

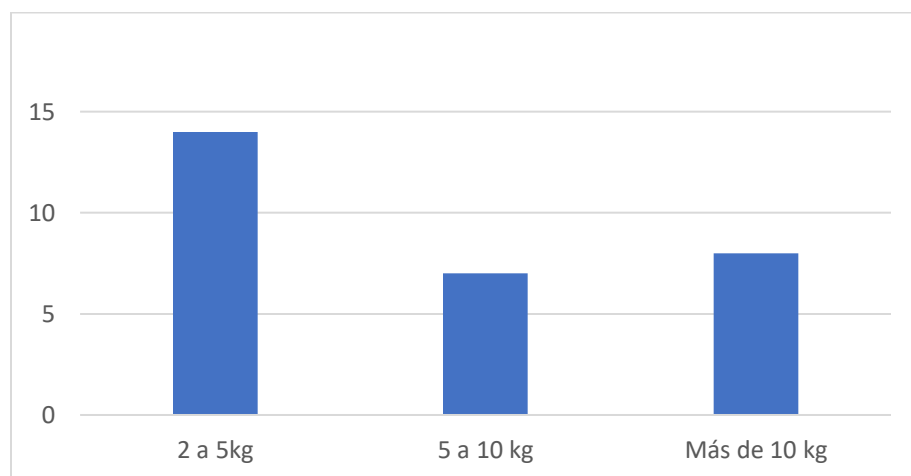


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Los resultados muestran que la separación de residuos se concentra principalmente en cartón y papel, con 18 registros, lo que indica que este material es el más gestionado de forma diferenciada. En segundo lugar, se identifica la separación de plásticos, con 7 registros. Sin embargo, 5 unidades reportan no realizar ningún tipo de separación, lo cual evidencia la persistencia de prácticas no selectivas. Por lo tanto, aunque existe un avance significativo en la segregación de materiales aprovechables, aún se requiere fortalecer la cultura de separación en la fuente.

Figura 52

¿Cuántos residuos genera aproximadamente su establecimiento al día?



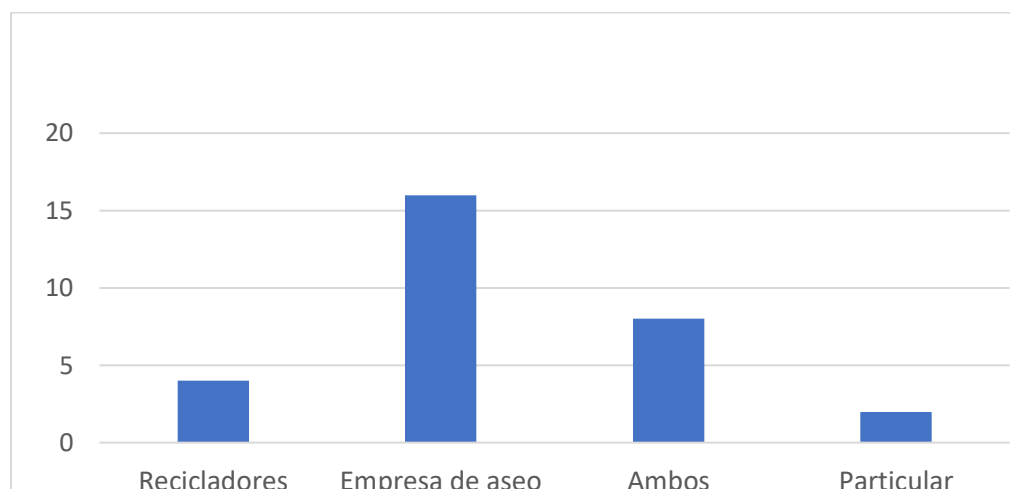
Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

De acuerdo con la información recopilada, se identifica que la mayor proporción de establecimientos genera entre 2 y 5 kg de residuos diarios, con 14 registros, lo que representa el rango predominante. En segundo lugar, se ubican los establecimientos que generan más de 10 kg al día, con 8 registros, mientras que en menor medida se encuentran aquellos cuya generación oscila entre 5 y 10 kg diarios, con 7 registros. En conjunto, los resultados evidencian una

variabilidad moderada en los niveles de generación, con predominio de volúmenes bajos a medios de residuos

Figura 53

¿Quién recoge los residuos del establecimiento?

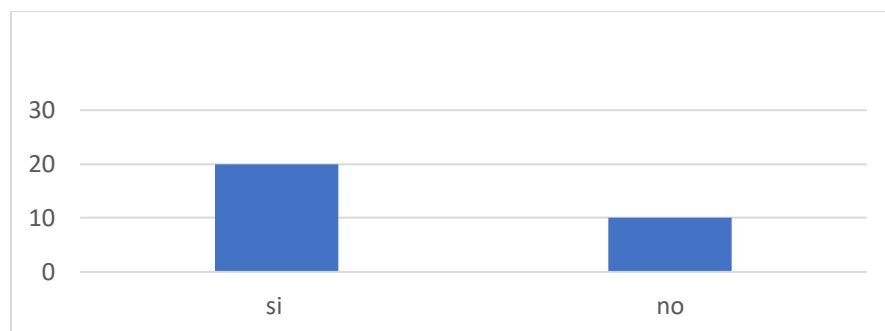


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Con base en los resultados presentados en la gráfica, la gestión de recolección de residuos está basada en la empresa de aseo, lo que refleja una alta dependencia del sistema formal. De manera complementaria, se identifica la participación de recicladores en una proporción relevante. En menor medida, se evidencian esquemas combinados de recolección y, finalmente, una fracción reducida de establecimientos recurre a servicios particulares. los datos sugieren una estructura de recolección mayoritariamente formal, con participación secundaria de otros actores.

Figura 54

¿Entrega materiales aprovechables a recicladores o bodegas?

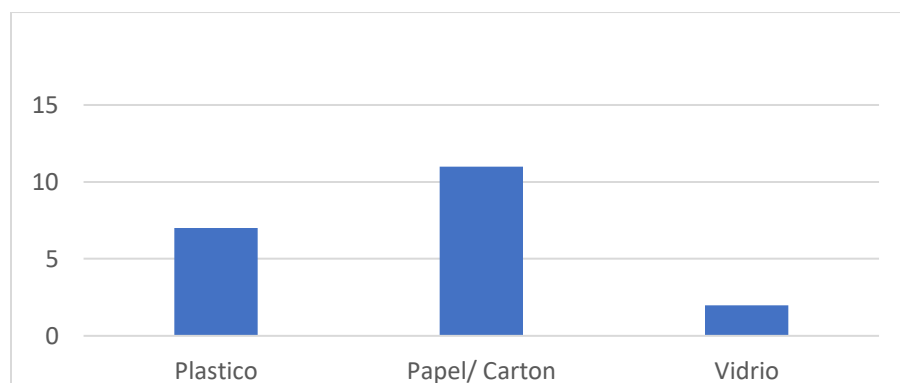


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Los resultados muestran que la mayoría de los establecimientos sí entregan materiales aprovechables a recicladores o bodegas, con 20 registros. Sin embargo, 10 establecimientos manifiestan no realizar esta práctica, lo que evidencia la existencia de brechas en la gestión del aprovechamiento. En consecuencia, se identifican oportunidades de mejora para fortalecer la articulación con recicladores y promover una mayor recuperación de materiales valorizables.

Figura 55

Si responde sí, indique cuáles materiales entrega:

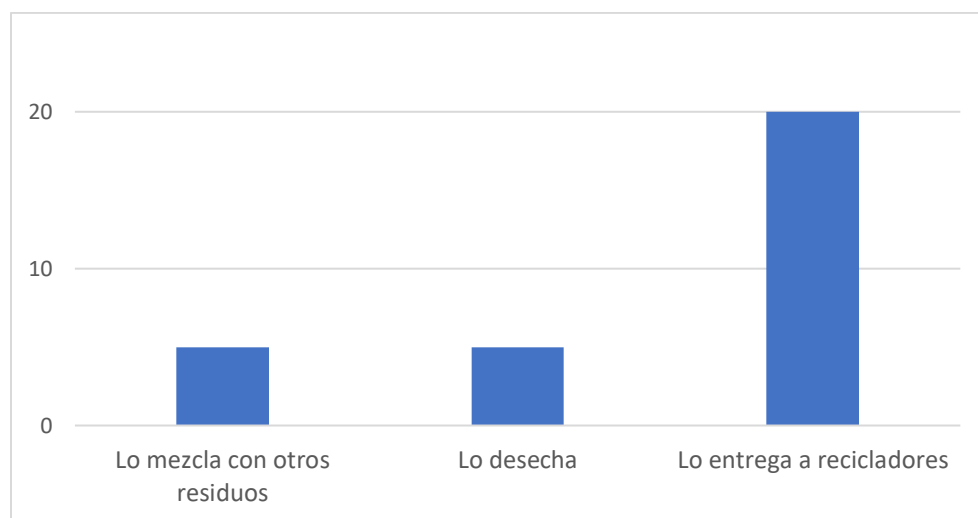


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Ante la pregunta planteada, se evidencia que sí se entregan materiales a recicladores o bodegas. En este contexto, el material que se entrega con mayor frecuencia es el papel y cartón, con 11 registros, seguido por el plástico, con 7 registros. En menor proporción, se reporta la entrega de vidrio, con 2 registros. En consecuencia, se evidencia una mayor articulación con el aprovechamiento de residuos secos, especialmente papel y cartón, mientras que otros materiales presentan una participación limitada en los procesos de recuperación.

Figura 56

Actualmente, que hace con ese material reciclable



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Los resultados evidencian que la principal gestión del material reciclable consiste en su entrega a recicladores, registrando 20 unidades, lo que refleja una práctica predominante de aprovechamiento. No obstante, una parte del material aún es mezclada con otros residuos (5 unidades) o desechada (5 unidades). En consecuencia, aunque se observa una tendencia favorable hacia la recuperación de materiales reciclables, persisten prácticas que limitan su

aprovechamiento total, lo que sugiere la necesidad de fortalecer acciones de separación en la fuente y sensibilización.

2.5.5. Caracterización a actores institucionales y autoridades locales.

La entrevista semiestructurada fue aplicada a un funcionario de la Alcaldía Municipal de Galapa, adscrito a la Secretaría de Planeación, área ambiental, quien se desempeña como técnico ambiental y cuenta con una trayectoria superior a seis años en el cargo. La entrevista se realizó el 14 de abril de 2026, y corresponde a una entidad de carácter público. Desde su rol institucional, el entrevistado indicó que su relación con la gestión de residuos sólidos en el municipio es de apoyo, participando principalmente en procesos de articulación, planificación y acompañamiento. En cuanto a la situación actual de la gestión de residuos sólidos, el funcionario la calificó como buena, lo que representa una percepción positiva desde el ámbito institucional. No obstante, al profundizar en las problemáticas existentes, el entrevistado identificó como principales dificultades la baja cultura ciudadana, la deficiente separación en la fuente y la acumulación de residuos en espacios públicos. Al respecto, señaló que en el municipio de Galapa persiste una baja cultura de reciclaje, lo cual genera que la mayoría de los residuos sólidos sean dispuestos sin ningún tipo de aprovechamiento, limitando el desarrollo de estrategias sostenibles.

En relación con los instrumentos de planificación, confirmó que el municipio cuenta con un Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) actualizado. Asimismo, indicó que sí existen programas o iniciativas de reciclaje o aprovechamiento, destacando la operación de

Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento de Residuos Sólidos (ECAS). De igual forma, señaló que la población recicladora se encuentra identificada y que los recicladores de oficio están organizados o formalizados, lo cual representa un avance en términos de inclusión social. Respecto a la información técnica disponible, el funcionario manifestó que sí existe una estimación oficial de generación de residuos sólidos, la cual corresponde a aproximadamente 1.250 toneladas mensuales. Sin embargo, indicó que no se dispone de información sobre el porcentaje de residuos aprovechables o reciclables, lo que evidencia una limitación en el seguimiento técnico del componente de aprovechamiento. En cuanto a las zonas con mayores dificultades en el manejo de residuos, se identificaron los sectores de Casa Grande, Carruajes, El Carmen, Villa Génesis y Las Mercedes.

En relación con la viabilidad de una recuperadora de residuos sólidos en el municipio, el entrevistado consideró que sí es viable, argumentando que permitiría fortalecer el aprovechamiento de residuos, reducir la disposición final y promover la economía circular. Entre los principales beneficios asociados a esta iniciativa mencionó la reducción de residuos dispuestos inadecuadamente, el incremento del reciclaje, la generación de empleo, el fortalecimiento de la educación ambiental y la mejora del entorno urbano. No obstante, también identificó barreras para su implementación, destacando la baja cultura ciudadana, la falta de separación en la fuente, la insuficiente infraestructura y la poca articulación institucional. De estas, señaló como principal barrera la baja cultura ciudadana frente al reciclaje, la cual limita el aprovechamiento de los residuos sólidos y dificulta la implementación de estrategias sostenibles.

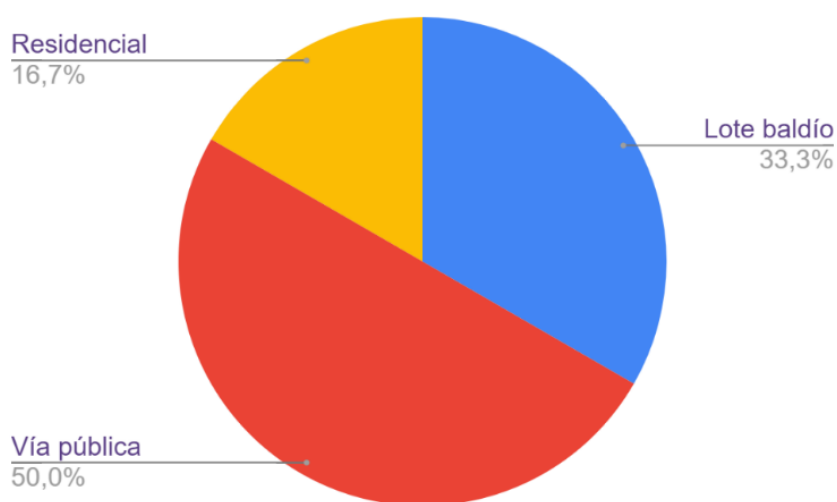
Finalmente, el entrevistado indicó que la entidad podría brindar apoyo mediante la gestión de alianzas, señalando la existencia de iniciativas como REVIDA, y manifestó que el municipio dispone o podría gestionar espacios para actividades de acopio, clasificación o

educación ambiental. Asimismo, destacó que para garantizar la sostenibilidad del proyecto es fundamental la participación articulada de la Alcaldía, la empresa de aseo, los recicladores de oficio, los comercios, la comunidad, las empresas recicladoras y la autoridad ambiental. El funcionario expresó además su disposición a participar en mesas de trabajo, y recomendó fortalecer la cultura ciudadana, asegurar la sostenibilidad financiera y operativa, promover la articulación interinstitucional y desarrollar procesos permanentes de educación ambiental.

2.5.6. Caracterización de puntos críticos y condiciones de la gestión de residuos sólidos.

Figura 57

Tipo de sitio observado



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

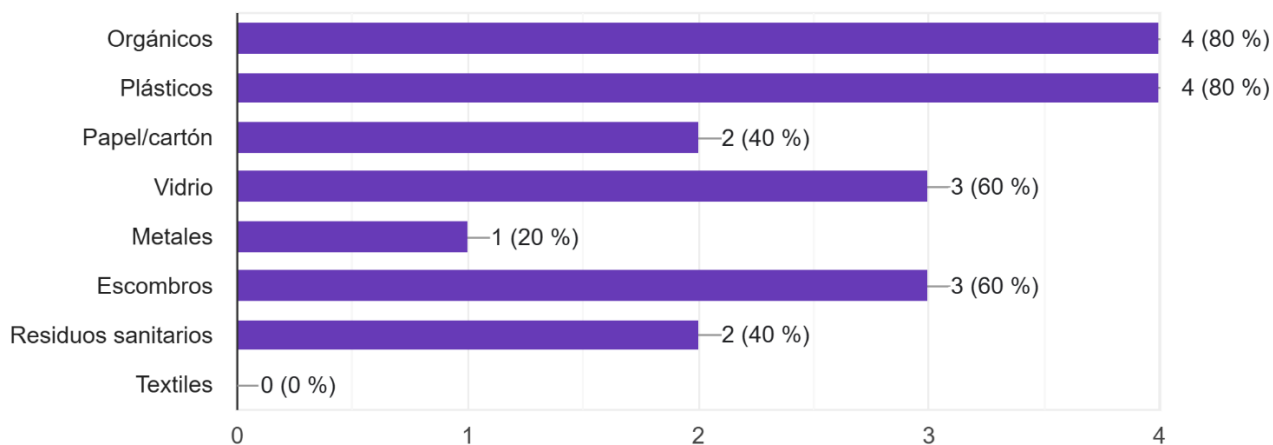
A partir de la aplicación de la Ficha de observación de campo para la caracterización de puntos críticos y condiciones de la gestión de residuos sólidos, se identificaron cinco (5) puntos críticos en el municipio de Galapa. Estos puntos se localizaron en zonas residenciales, vías

públicas, espacios públicos y lotes baldíos, incluyendo un punto con condición mixta correspondiente a lote baldío y vía pública. La distribución de los puntos evidencia que la disposición inadecuada de residuos sólidos no se restringe a un solo tipo de uso del suelo, sino que afecta tanto áreas de uso comunitario como espacios sin control físico o institucional. En particular, los lotes baldíos concentran los escenarios de mayor deterioro ambiental, debido a su carácter abierto, la ausencia de cerramiento y la limitada vigilancia, lo que favorece su utilización recurrente como sitios informales de disposición de residuos.

Caracterización de los residuos sólidos observados

Figura58

Tipo de residuos observados



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

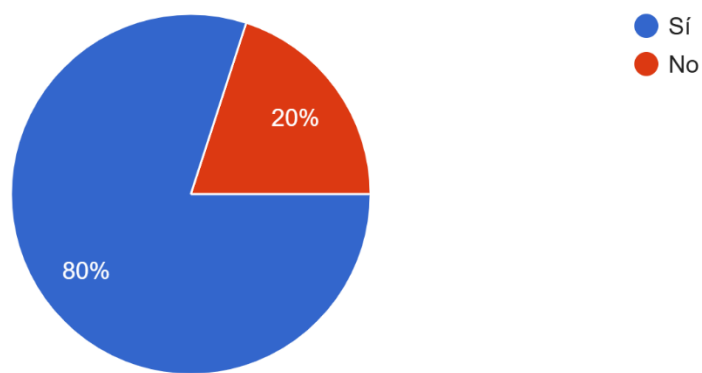
En los cinco puntos evaluados se identificó la presencia de residuos sólidos acumulados, confirmando la existencia de focos activos de disposición inadecuada. Los residuos observados corresponden principalmente a residuos orgánicos y plásticos, los cuales se encontraron en todos los puntos evaluados. De manera complementaria, se registró la presencia de papel y cartón,

vidrio y metales, así como escombros y residuos sanitarios en los puntos localizados en lotes baldíos. La coexistencia de residuos domiciliarios, aprovechables y residuos de manejo especial refleja una mezcla no controlada, lo que incrementa los riesgos ambientales y limita cualquier posibilidad de recuperación o aprovechamiento de materiales. Asimismo, en la mayoría de los puntos se evidenció dispersión de residuos en el espacio público, situación asociada a la falta de contención, a factores climáticos y al tránsito vehicular y peatonal.

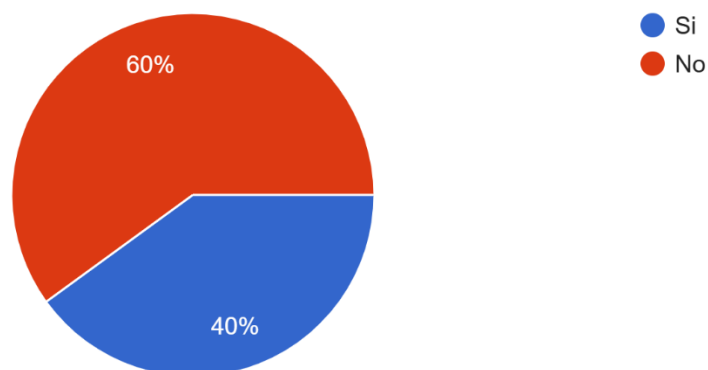
Condiciones sanitarias y ambientales asociadas

Figura59

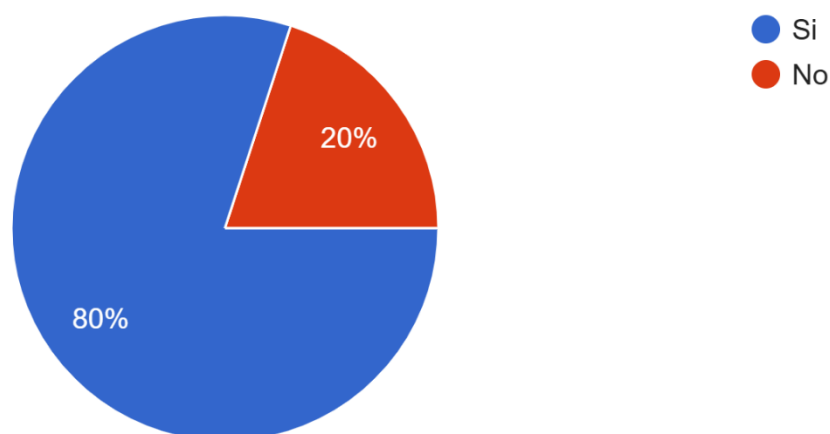
Presencia de residuos acumulados



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura60*Presencia de animales*

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura61*Malos olores*

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Las condiciones sanitarias observadas varían según el tipo de sitio y el nivel de permanencia de los residuos. En los puntos ubicados en lotes baldíos y zonas de bajo tránsito, se

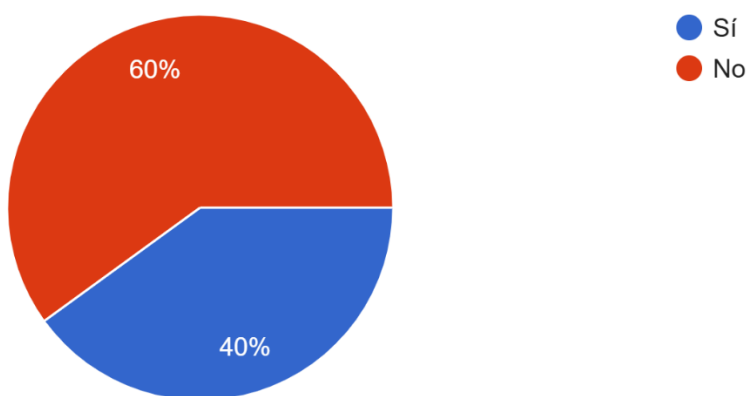
identificó presencia de animales y vectores, así como malos olores, lo que indica procesos activos de descomposición de residuos orgánicos y un riesgo potencial para la salud pública.

Adicionalmente, en dos de los puntos se evidenció la quema de residuos, práctica que representa un impacto ambiental significativo debido a la emisión de contaminantes atmosféricos y que está asociada a la falta de control institucional y a la condición de abandono de estos espacios. En contraste, los puntos localizados en zonas residenciales y vías públicas activas presentaron menores afectaciones sanitarias, principalmente por la menor permanencia de los residuos.

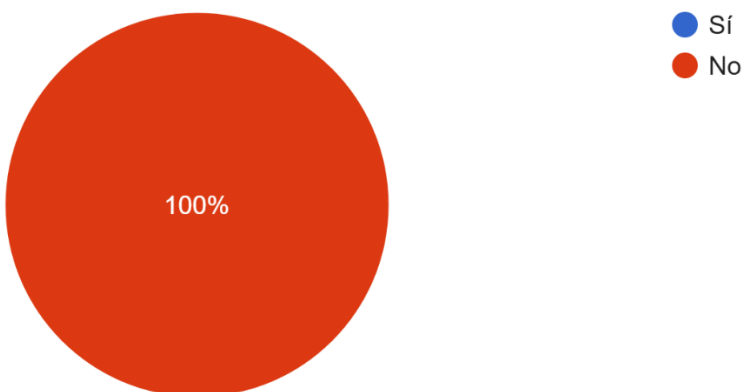
Condiciones operativas de la gestión de residuos sólidos

Figura62

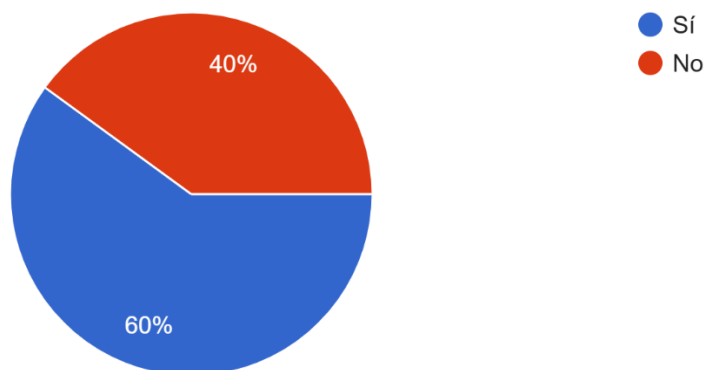
Evidencia de separación en la fuente



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura63*Existencia de contenedores o recipientes*

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura64*Recolección oportuna del servicio de aseo*

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

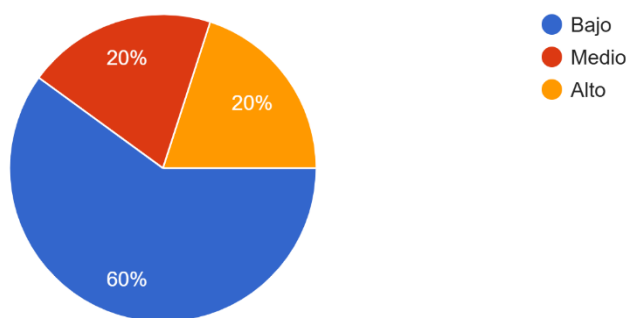
En ninguno de los puntos evaluados se identificó separación en la fuente, ni presencia de recicladores, lo que evidencia deficiencias en la articulación de los procesos de aprovechamiento dentro del área evaluada. Asimismo, se constató la ausencia de contenedores o recipientes

adecuados para el almacenamiento temporal de residuos, lo que favorece su disposición directa sobre el suelo y su posterior dispersión. La recolección del servicio de aseo se identificó como oportuna únicamente en los puntos localizados en zonas residenciales, vías públicas y espacios públicos, lo que contribuye a que estos sitios presenten un nivel de afectación bajo. Por el contrario, los lotes baldíos no cuentan con atención regular del servicio, lo que permite la acumulación progresiva de residuos y el agravamiento de las condiciones ambientales.

Nivel de afectación ambiental de los puntos críticos

Figura65

Nivel de afectación observado



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Con base en los criterios evaluados, los puntos fueron clasificados en niveles de afectación bajo, medio y alto. Tres de los cinco puntos presentaron afectación baja, asociada a la disposición temporal de residuos y a la recolección periódica por parte del servicio de aseo. Un punto fue clasificado con afectación media, mientras que el nivel de afectación alta se concentró exclusivamente en el punto ubicado en lote baldío con uso vial, donde coinciden acumulación prolongada de residuos, presencia de animales y vectores, quema de residuos y ausencia total de

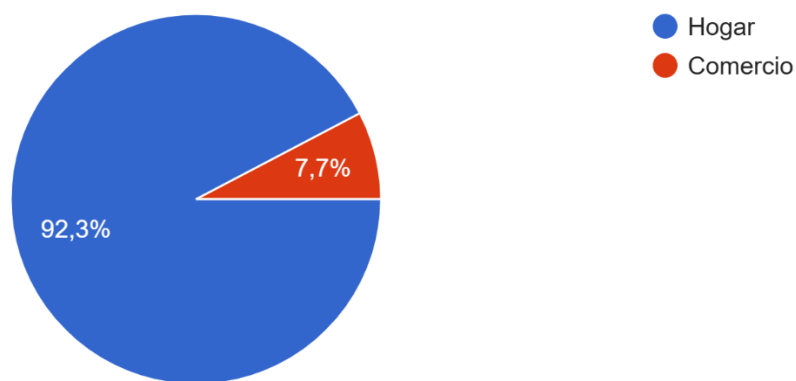
infraestructura. Estos resultados confirman que los lotes baldíos representan los escenarios de mayor vulnerabilidad ambiental, al actuar como receptores permanentes de residuos sólidos y carecer de mecanismos efectivos de control y gestión.

En términos generales, la caracterización realizada evidencia que los puntos críticos de residuos sólidos en Galapa responden a una combinación de deficiencias en el control territorial, ausencia de infraestructura adecuada y prácticas inadecuadas de disposición por parte de la comunidad.

2.5.7. Caracterización física y cuantificación de residuos sólidos

Figura 66

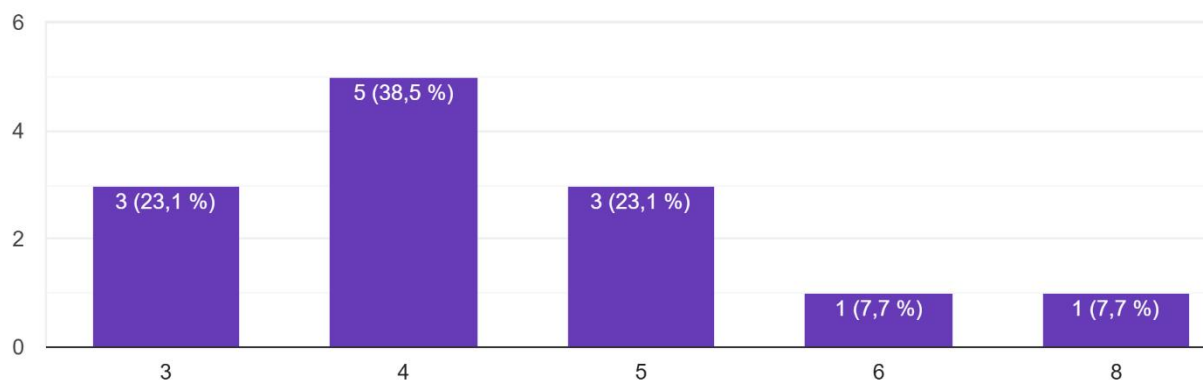
Tipo de generador



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Figura67

Número de personas en hogar y/o comercio



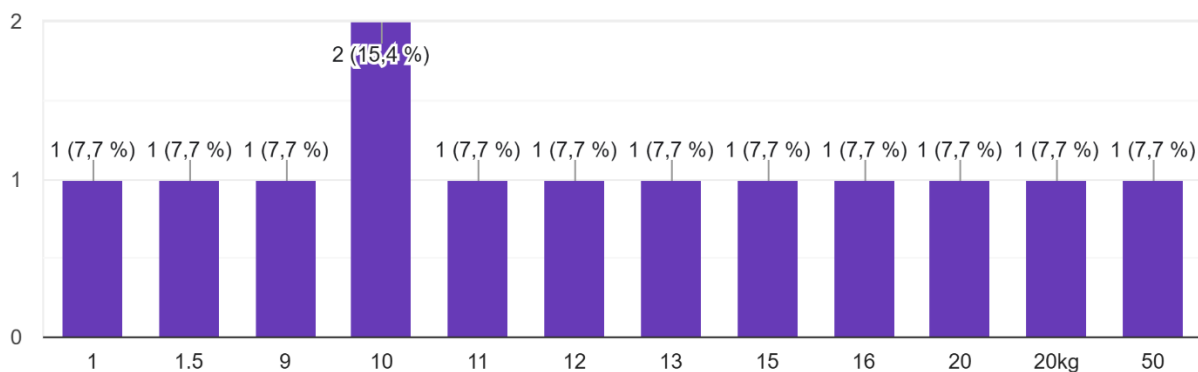
Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

La caracterización física y cuantificación de residuos sólidos se realizó mediante la aplicación del Formato de caracterización física y cuantificación de residuos sólidos, con el objetivo de determinar la composición física y la cantidad de residuos generados por hogares y comercios, así como identificar el porcentaje de material aprovechable y el potencial de recuperación. El muestreo se llevó a cabo en diversos barrios y sectores, incluyendo Salón Azul, Centro, Petronitas, San Roque, Villa Olímpica, San Antonio, La Florida, Barrio Abajo, Barrio Arriba, San Martín y Los Almendros. Las caracterizaciones se realizaron entre los meses de marzo y abril de 2026, considerando hogares con una ocupación que oscila entre 3 y 8 personas, lo cual permite representar diferentes dinámicas de generación de residuos.

Cantidad total de residuos generados.

Figura68

Peso total de la muestra

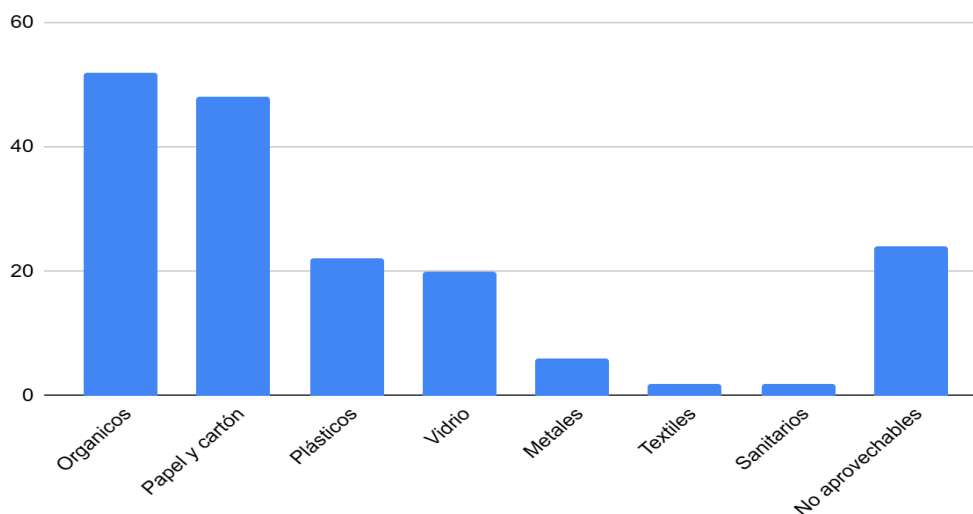


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026

El peso total de las muestras presenta una alta variabilidad, con valores que oscilan entre 1 kg y 50 kg, lo que refleja diferencias significativas en los patrones de generación asociadas al tamaño del hogar o inmueble, el tipo de actividad y las condiciones socioeconómicas del sector.

Los valores más bajos se registraron en sectores como Salón Azul y Centro, mientras que los mayores volúmenes se identificaron en La Florida y Petronitas lo que indica una mayor carga de residuos sólidos en estos sectores. Esta variabilidad evidencia que la generación de residuos no es homogénea en el territorio, sino que responde a dinámicas particulares de consumo y disposición.

Composición y clasificación física de los residuos sólidos

Figura69*Clasificación por tipo de residuo*

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

El análisis de la composición física evidencia que los residuos orgánicos constituyen la fracción predominante en la mayoría de los puntos evaluados, con valores elevados en sectores como Petronitas, San Martín, San Roque y Villa Olímpica, lo que confirma la fuerte incidencia de residuos biodegradables en la corriente domiciliaria. En segundo lugar, se destaca la fracción de papel y cartón, la cual presenta una presencia significativa en sectores como La Florida, Villa Olímpica y San Antonio, evidenciando un alto potencial de aprovechamiento. De manera similar, los plásticos registran proporciones relevantes en varios puntos, particularmente en La Florida, Barrio Abajo y Barrio Arriba, consolidándose como una de las fracciones reciclables más constantes. Las fracciones de vidrio y metales aparecen en menores proporciones, pero de forma recurrente en la mayoría de los sectores, lo que indica una generación constante, aunque de menor volumen. Por su parte, los textiles se identifican de manera puntual en algunos sectores.

Variabilidad sectorial y análisis integral de la generación de residuos

El análisis comparativo entre los sectores evaluados evidencia una marcada variabilidad en la cantidad y composición de los residuos sólidos generados, la cual se encuentra influenciada por factores como el número de habitantes por hogar, los patrones de consumo y las prácticas de disposición. Si bien los hogares con mayor número de personas tienden a generar volúmenes más elevados de residuos, esta relación no resulta estrictamente proporcional, lo que confirma la incidencia de comportamientos diferenciados en la generación.

En términos de composición, los sectores con mayores volúmenes totales presentan una diversificación más amplia de fracciones, incluyendo residuos orgánicos, papel y cartón, plásticos, vidrio y metales. Por el contrario, en los puntos con menor generación se observa una composición más concentrada, dominada principalmente por residuos orgánicos y materiales reciclables de uso frecuente. Esta heterogeneidad evidencia que la generación de residuos sólidos responde a dinámicas locales específicas y no a un patrón uniforme.

De manera integral, los resultados confirman que la corriente de residuos caracterizada está dominada por materiales potencialmente aprovechables, con una participación reducida de residuos no aprovechables. No obstante, la disposición mezclada de los residuos limita el aprovechamiento efectivo de estas fracciones y reduce el potencial real de recuperación. En este contexto, la caracterización realizada pone de manifiesto la necesidad de implementar estrategias diferenciadas de gestión, orientadas a fortalecer la separación en la fuente y optimizar el aprovechamiento de los residuos sólidos, de acuerdo con las particularidades de cada sector evaluado.

3. DISEÑO DE UN MODELO DE GESTIÓN INTEGRAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UNA RECUPERADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE GALAPA, ATLÁNTICO.

A partir de los resultados obtenidos en la fase de caracterización, fue posible establecer una línea base que evidencia las condiciones actuales de generación, manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos en el municipio de Galapa, Atlántico. Dicho diagnóstico permitió identificar problemáticas estructurales asociadas a la baja separación en la fuente, la presencia de materiales contaminados, la limitada infraestructura para el aprovechamiento, la dependencia de recicladores de oficio como principal canal de recuperación y la débil articulación entre los actores del sistema.

Asimismo, se evidenció la existencia de un flujo constante de residuos reciclables provenientes de hogares y unidades productivas, así como una capacidad operativa instalada en las bodegas de reciclaje que, si bien es funcional, presenta limitaciones en términos de organización, eficiencia y escalabilidad. Estas condiciones reflejan la necesidad de estructurar un sistema más eficiente que permita optimizar el aprovechamiento de los residuos sólidos, mejorar la calidad del material recuperado y fortalecer la cadena de valor del reciclaje en el municipio.

En este contexto, el presente capítulo tiene como propósito diseñar un modelo de gestión integral orientado a la implementación de una recuperadora de residuos sólidos, concebida como una Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) de escala municipal. Este modelo se fundamenta en el enfoque de Gestión Integral de Residuos Sólidos y en los principios de la economía circular, los cuales promueven la reducción, reutilización y valorización de los

residuos, así como su reincorporación en los ciclos productivos, minimizando la disposición final.

El modelo propuesto se enfoca exclusivamente en la fracción aprovechable de los residuos sólidos, incluyendo materiales como plásticos, papel, cartón, metales y vidrio etc. En este sentido, la recuperadora no contempla procesos de transformación industrial de los materiales, sino que se orienta a su recepción, clasificación, acondicionamiento (compactación) y comercialización, actuando como un nodo de articulación entre la oferta de residuos aprovechables y la demanda del mercado reciclador.

Desde una perspectiva operativa, el modelo define un sistema estructurado que abarca las etapas de generación, separación en la fuente, recolección selectiva, transporte, clasificación, almacenamiento y comercialización de materiales reciclables. Este flujo de procesos permite establecer una secuencia técnica clara para la gestión de los residuos, garantizando su trazabilidad, optimizando los tiempos de operación y mejorando la calidad del material recuperado. De igual forma, el diseño incorpora la integración de actores clave dentro del sistema, incluyendo la comunidad, los recicladores de oficio, las empresas recicladoras, la empresa prestadora del servicio de aseo, la administración municipal y la autoridad ambiental, bajo un esquema de gobernanza que promueve la coordinación interinstitucional y la participación activa de cada uno de los eslabones de la cadena.

Adicionalmente, el modelo contempla la definición de una estructura operativa para la recuperadora, en la cual se establecen los requerimientos de infraestructura, distribución de áreas (layout), recursos físicos y humanos, así como las condiciones técnicas necesarias para su

funcionamiento, en concordancia con los lineamientos normativos vigentes, particularmente el Decreto 596 de 2016 y el PGIRS municipal.

Finalmente, el modelo incorpora herramientas de seguimiento y evaluación que permiten medir su desempeño en términos operativos, ambientales, sociales y económicos, facilitando la toma de decisiones y la mejora continua del sistema. En conjunto, este diseño constituye una propuesta técnica integral que busca dar respuesta a las problemáticas identificadas en la fase de diagnóstico, aportando a la consolidación de un sistema de aprovechamiento más eficiente, organizado y sostenible para el municipio de Galapa.

3.1. Enfoque del modelo

El modelo propuesto se fundamenta en el enfoque de Gestión Integral de Residuos Sólidos, y en los principios de la economía circular, orientados a maximizar el aprovechamiento de residuos reciclables y minimizar su disposición final, lo cual contempla la articulación de todas las etapas del manejo de residuos, desde su generación hasta su aprovechamiento y disposición final, incorporando criterios técnicos, ambientales, sociales y económicos, el modelo se centra exclusivamente en la fracción aprovechable inorgánica (plásticos, papel, cartón, metales, vidrio y otros materiales reciclables).

Este diseño responde a las condiciones identificadas en el diagnóstico del municipio de Galapa, donde se evidenció una alta generación de residuos domiciliarios, una separación en la fuente incipiente, y una dependencia significativa de recicladores de oficio como principales actores del aprovechamiento. Asimismo, se identificó una oferta constante de materiales reciclables, baja cultura ciudadana, la contaminación de materiales y la falta de infraestructura para el aprovechamiento. En este sentido, el modelo tiene como propósito estructurar un sistema

técnico-operativo que permita organizar, fortalecer y escalar el aprovechamiento de residuos reciclables en el municipio, integrando actores, flujos de materiales y condiciones de mercado.

3.2. Estructura funcional del modelo.

Este modelo se organiza como un sistema articulado compuesto por cuatro subsistemas: generación y separación, recolección selectiva, recuperación y comercialización. Cada uno cumple una función específica dentro del flujo de aprovechamiento.

3.2.1. Generación y separación en la fuente.

Los residuos reciclables son clasificados en el punto de origen por parte de hogares y unidades productivas. Los resultados obtenidos evidencian que, aunque existe una práctica de separación en una proporción significativa de la población, esta no es homogénea ni técnicamente adecuada, lo que se traduce en materiales contaminados y pérdida de valor comercial. En consecuencia, el modelo incorpora procesos de fortalecimiento de la separación en la fuente mediante estrategias de educación ambiental, estandarización de categorías de separación (aprovechables vs no aprovechables) y adecuación de contenedores.

3.2.2. Recolección selectiva.

Posteriormente, establece un esquema articulado entre el servicio público de aseo y los recicladores de oficio. Dado que el 100% de las empresas recicladoras obtiene su material a través de recicladores, se reconoce a estos como actores estratégicos del sistema. El modelo plantea su integración operativa en rutas selectivas, priorizando la recolección de materiales previamente separados, con el fin de mejorar la eficiencia del sistema y la calidad del material recupera

3.2.3. Recuperación.

El núcleo del modelo corresponde a la recuperación de residuos sólidos, concebida como una infraestructura técnica de escala municipal para la gestión de materiales reciclables. Esta instalación cumple funciones de recepción, pesaje, clasificación, acondicionamiento y almacenamiento temporal de materiales, permitiendo su posterior comercialización en condiciones óptimas. La recuperadora actúa como un nodo de articulación entre la oferta (hogares, comercios, recicladores) y la demanda, reduciendo la intermediación y mejorando la trazabilidad de los materiales.

3.2.4. Comercialización.

Finalmente, en la fase de comercialización, los materiales clasificados son vendidos a empresas recuperadoras ubicadas en la ciudad de Barranquilla, priorizando aquellos con mayor demanda y valor en el mercado, como PET, metales y cartón, según lo evidenciado en la caracterización. Este componente es fundamental para la sostenibilidad económica del modelo, considerando la variabilidad de precios y la influencia de factores externos como el mercado nacional y los costos de transporte.

Tabla 7*Estructura funcional del modelo*

Subsistema	Descripción técnica	Actores involucrados	Función dentro del modelo
Clasificación inicial de residuos			
Generación y separación en la fuente	en hogares y unidades productivas en categorías de aprovechables y no aprovechables.	Comunidad, unidades productivas, Alcaldía	Mejorar la calidad del material y reducir contaminación por residuos sólidos
Sistema de recolección diferenciada realizado principalmente por recicladores de oficio, articulado con el servicio público de aseo.			
Recolección selectiva		Recicladores de oficio, empresa de aseo	Garantizar flujo eficiente de materiales hacia la ECA.
Recepción, pesaje, clasificación, acondicionamiento y almacenamiento de materiales reciclables en infraestructura técnica.			
Recuperación (ECA)		Operador ECA, recicladores	Optimizar calidad y trazabilidad del material.
Venta de materiales clasificados a empresas recicladoras, priorizando materiales de alta demanda.			
Comercialización		Empresas recicladoras, operador ECA	Garantizar sostenibilidad económica del modelo.

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2026.

3.3. Integración de actores y gobernanza del sistema

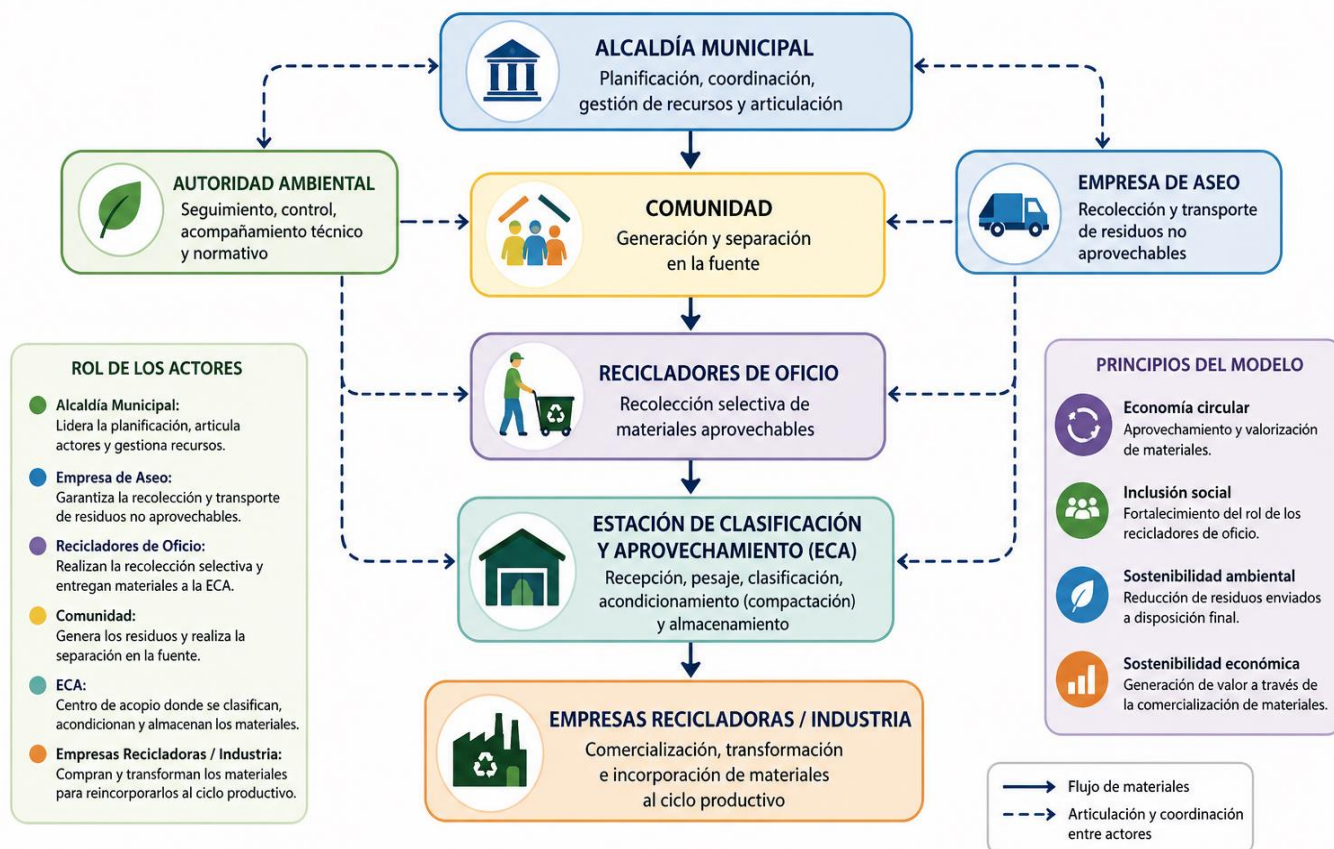
El modelo propuesto se sustenta en la articulación de actores clave que intervienen en la gestión de residuos sólidos en el municipio.

La Alcaldía municipal asume un rol de planificación, coordinación y gestión de recursos, mientras que las empresas prestadoras del servicio de aseo mantienen la responsabilidad sobre la recolección convencional y el transporte de residuos no aprovechables. Los recicladores de oficio se integran como prestadores del componente de aprovechamiento, fortaleciendo su rol dentro del sistema mediante procesos de formalización, capacitación y mejora de condiciones laborales. Las empresas recicladoras, por su parte, constituyen el eslabón final de la cadena, garantizando la transformación y reincorporación de los materiales al ciclo productivo. La comunidad participa como generador y primer eslabón del proceso de separación, mientras que la autoridad ambiental ejerce funciones de seguimiento, control y acompañamiento técnico.

Esta estructura de gobernanza permite consolidar un sistema coordinado, donde cada actor cumple funciones específicas dentro de la cadena de valor del reciclaje.

Ilustración 1

Integración de actores y gobernanza del sistema



Fuente: Elaboración propia de los autores, 2026.

3.4. Estructura operativa

3.4.1. Descripción general de la infraestructura.

La infraestructura propuesta para la implementación de la empresa recuperado de residuos sólidos aprovechables Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) en el municipio de Galapa corresponde a una instalación de tipo bodega industrial, diseñada para el manejo técnico de residuos sólidos aprovechables de origen domiciliario y comercial, en concordancia con los lineamientos establecidos en el Decreto 596 de 2016 y el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) municipal.

La ECA se concibe como una unidad operativa de escala municipal, cuya función principal es actuar como nodo central dentro del sistema de aprovechamiento, articulando la recepción, clasificación, acondicionamiento, almacenamiento temporal y posterior comercialización de residuos sólidos aprovechables, tales como plásticos, papel, cartón, vidrio y metales etc. Desde el punto de vista técnico, la infraestructura está diseñada bajo criterios de funcionalidad, eficiencia operativa y cumplimiento normativo, garantizando la separación física de áreas, la circulación adecuada de materiales y la seguridad del personal. En este sentido, se contempla un espacio cerrado y cubierto que protege los materiales de las condiciones climáticas, evitando su degradación y pérdida de valor comercial, al tiempo que permite el control de impactos asociados como la dispersión de residuos y la generación de olores, la instalación tiene un área total de 84m², dimensionada para procesar el volumen proyectado de material en la fase inicial, lo cual es coherente con la capacidad de captación del 20% del potencial real del municipio según el PGIRS..

Asimismo, la instalación incorpora elementos básicos para la operación del sistema, tales como zonas de recepción y pesaje para el control de ingreso de materiales, áreas de clasificación manual donde se realiza la segregación por tipo de residuo, espacios de almacenamiento diferenciados que permiten mantener la trazabilidad y calidad del material, así como un área destinada al manejo de residuos no aprovechables (rechazos), los cuales son posteriormente entregados al sistema de recolección convencional para su disposición final. En términos de condiciones constructivas, se propone el uso de pisos en concreto de alta resistencia, superficies lavables, sistemas de ventilación natural, iluminación adecuada y drenajes para el manejo de aguas lluvias, lo cual contribuye a garantizar condiciones sanitarias, operativas y de seguridad industrial acordes con la normativa vigente. De igual forma, se contempla la inclusión de un área administrativa que soporte las actividades de registro, control operativo y gestión comercial.

En conjunto, la infraestructura propuesta no solo responde a las necesidades técnicas del proceso de aprovechamiento de residuos reciclables en el municipio de Galapa, sino que también establece las bases para una operación eficiente, segura y ambientalmente adecuada, alineada con los principios de la gestión integral de residuos sólidos y la economía circular.

3.4.2. Distribución de áreas.

La distribución espacial de la Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) fue diseñada bajo criterios de eficiencia operativa, seguridad industrial y cumplimiento de los lineamientos establecidos en el Decreto 596 de 2016, garantizando una adecuada secuencia de procesos y la separación funcional de las áreas. La ECA ocupa un área total de 84m², distribuida en zonas funcionales según el flujo del proceso.

Con el fin de estructurar de manera técnica la organización espacial de la infraestructura, se adopta el enfoque de diseño de distribución en planta (layout), entendido como la disposición estratégica de áreas, equipos y flujos dentro de una instalación para optimizar el desempeño operativo. En particular, se emplea el método de planificación sistemática de instalaciones (Systematic Layout Planning – SLP), propuesto por Richard Muther, el cual se fundamenta en el análisis del flujo de materiales, la relación funcional entre procesos y la minimización de recorridos (Muther, 1968). Este enfoque es complementado con los criterios de planeación de instalaciones industriales desarrollados por James A. Tompkins, orientados a maximizar la eficiencia en el uso del espacio, la productividad y la seguridad en los sistemas productivos.

En este sentido, el diseño del layout responde a un flujo lineal y continuo de materiales evitando cruces entre residuos entrantes y materiales ya clasificados, lo cual permite optimizar tiempos de operación, reducir riesgos de contaminación cruzada y mejorar la trazabilidad del proceso.

A continuación, se describen las áreas que conforman la infraestructura:

3.4.2.1. Área de recepción.

Corresponde al punto de ingreso de los residuos aprovechables provenientes de las rutas de recolección selectiva. Esta zona está diseñada para permitir el acceso de vehículos recolectores, incluyendo espacio suficiente para maniobras de descarga. Su ubicación en la entrada de la ECA facilita el control inicial del material, evitando interferencias con otras etapas del proceso. En esta área se verifica el estado general de los residuos, asegurando que se

encuentren presentados conforme a las condiciones establecidas (bolsa cerrada, material separado en la fuente).

3.4.2.2. Área de pesaje.

Adyacente al área de recepción, se ubica la zona de pesaje, donde se realiza el registro cuantitativo de los residuos ingresados. Esta área cuenta con una báscula calibrada que permite medir el peso total del material recolectado, constituyendo un punto clave para el control operativo, la generación de indicadores y la trazabilidad del sistema. El pesaje se realiza previo a la apertura de las bolsas, en cumplimiento de los lineamientos técnicos del sistema de aprovechamiento.

3.4.2.2 Área de clasificación y selección.

Corresponde al núcleo operativo de la ECA y se localiza estratégicamente en la zona central del layout, facilitando la conexión con las áreas de almacenamiento. En esta área se realiza la apertura de bolsas y la separación manual de los residuos por tipo de material (plásticos, papel y cartón, vidrio, metales, entre otros), así como la identificación y retiro de materiales no aprovechables. Su ubicación responde al criterio de proximidad funcional del SLP, optimizando los desplazamientos internos y mejorando la eficiencia del proceso. Las actividades son ejecutadas por personal capacitado, bajo condiciones que garantizan la seguridad ocupacional y la calidad del material recuperado.

3.4.2.3. Área de almacenamiento de materiales aprovechables.

Una vez clasificados, los materiales son trasladados a zonas específicas de almacenamiento temporal, organizadas por tipo de residuos. Estas áreas permiten preservar la calidad del material, evitar la contaminación cruzada y facilitar su comercialización posterior. El almacenamiento se realiza en espacios cubiertos y delimitados, en concordancia con los requisitos técnicos de las ECA, permitiendo además el control de inventarios y la optimización del espacio mediante procesos de acondicionamiento como compactación.

3.4.2.4. Área de almacenamiento de rechazo.

Esta área está destinada a los residuos no aprovechables generados durante el proceso de clasificación. Su inclusión responde al principio de integralidad del sistema de gestión de residuos sólidos, garantizando la adecuada separación y disposición de estos materiales. Los residuos de rechazo son almacenados temporalmente y posteriormente entregados al operador del servicio público de aseo para su disposición final en relleno sanitario.

3.4.2.5. Área administrativa.

Corresponde al espacio destinado a la gestión operativa, el registro de información, la supervisión del sistema y la coordinación logística y comercial. Su ubicación dentro del layout permite el control visual y funcional de las operaciones, facilitando la toma de decisiones, el seguimiento de indicadores y la gestión documental. Este componente es clave para la sostenibilidad técnica y administrativa del modelo.

3.4.2.6. Servicios sanitarios.

La infraestructura contempla adicionalmente un área de servicios sanitarios de 4m², destinada al uso del personal operativo y administrativo de la ECA. Su inclusión responde a los requisitos de condiciones sanitarias mínimas establecidos en el 596 de 2016, garantizando condiciones dignas y adecuadas para los trabajadores vinculados al proyecto.

3.4.2.7. Circulaciones y zonas complementarias.

El diseño incorpora áreas de circulación interna que permiten el desplazamiento seguro y eficiente de materiales y personal, evitando interferencias entre procesos. Asimismo, se contemplan zonas complementarias asociadas a la operación, tales como áreas de carga y descarga, señalización, rutas de evacuación y espacios destinados a la implementación de medidas de seguridad industrial, en concordancia con los lineamientos normativos.

3.4.2.8. Síntesis del diseño.

En conjunto, la distribución de áreas de la ECA responde a un esquema funcional basado en principios de ingeniería de procesos y diseño de instalaciones, el cual garantiza:

- ✓ Flujo continuo y unidireccional de los residuos
- ✓ Separación física y funcional de las etapas del proceso
- ✓ Optimización de tiempos y recorridos operativos
- ✓ Reducción de riesgos sanitarios y ocupacionales
- ✓ Cumplimiento de requisitos técnicos y normativos.

Este diseño permite consolidar una operación eficiente, organizada y técnicamente adecuada para el aprovechamiento de residuos aprovechables en el municipio de Galapa.

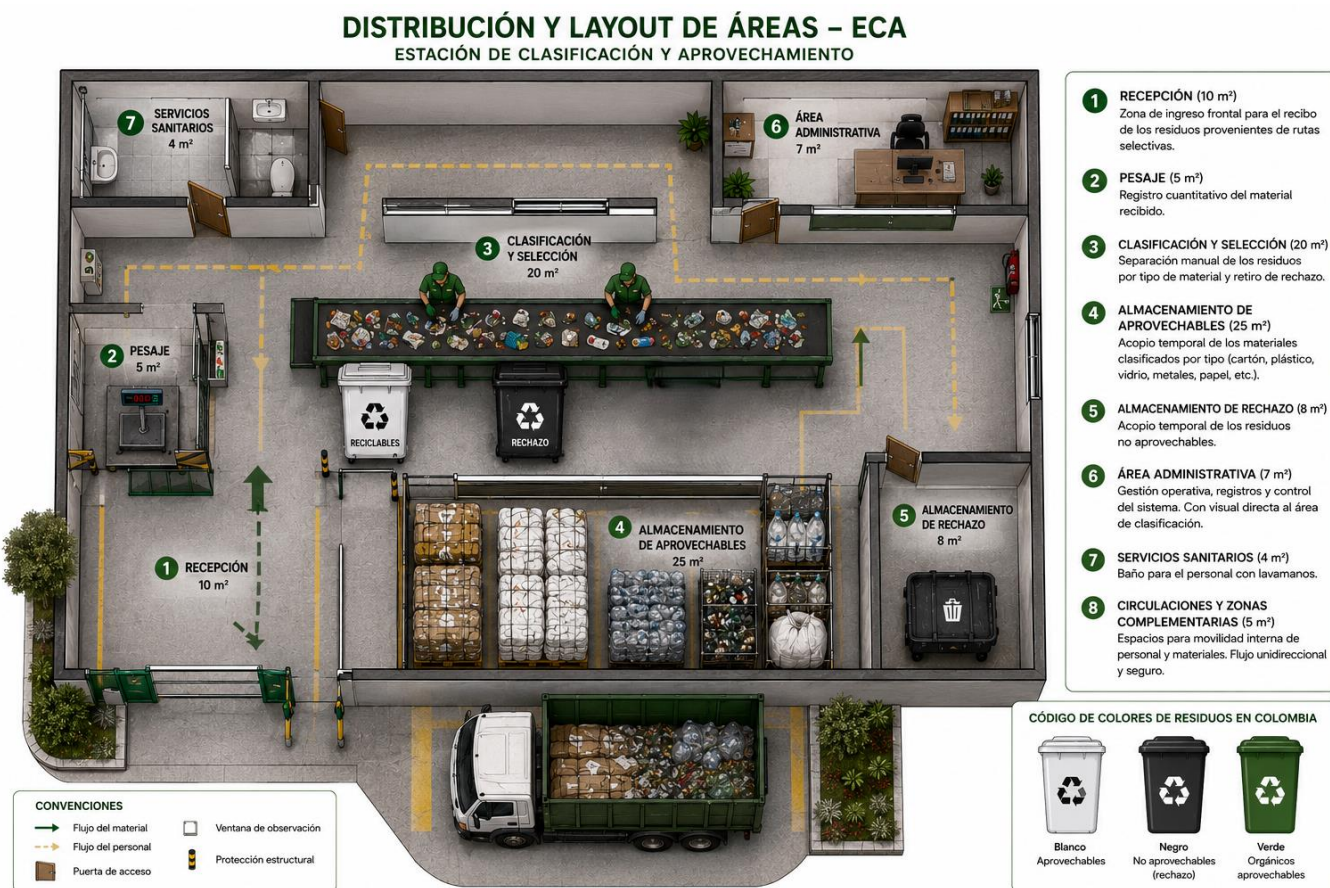
Tabla 8*Distribución de áreas de la ECA y criterios de diseño*

Área funcional	Ubicación en el layout	Función principal	Criterios técnicos de diseño	Requisitos normativos asociado
Recepción (10 m ²)	Zona de ingreso (frontal)	Recepción de residuos provenientes de rutas selectivas	Minimización de interferencias con otras áreas; acceso vehicular y maniobrabilidad	Control de ingreso de material; presentación en bolsa cerrada
Pesaje (5 m ²)	Adyacente a recepción	Registro cuantitativo del material	Proximidad funcional con recepción; punto de control inicial del flujo	Báscula calibrada (Decreto 1074 de 2017); trazabilidad del material
Clasificación y seleccón. (20 m ²)	Zona central	Separación manual por tipo de material y retiro de rechazo	Núcleo del sistema; minimización de recorridos hacia almacenamiento; flujo continuo	Área operativa delimitada; condiciones de seguridad ocupacional
Almacenamiento de aprovechables (25 m ²)	Posterior a clasificación	Acopio temporal de materiales clasificados	Agrupación por tipo de material; optimización del espacio; reducción de contaminación cruzada	Zona cubierta, cerrada y demarcada (Decreto 596 de 2016)
Almacenamiento de rechazo (8 m ²)	Zona separada del almacenamiento principal	Acopio temporal de residuos no aprovechables	Separación funcional para evitar contaminación; control del flujo de salida	Entrega al operador de aseo; cumplimiento del PGIRS
Área administrativa (7 m ²)	Zona lateral o elevada (control visual)	Gestión operativa, registro y control del sistema	Supervisión integral del proceso; soporte a la toma de decisiones	Gestión documental, control de indicadores
Servicios sanitarios (4 m ²)	Zona posterior	Uso del personal	Condiciones sanitarias mínimas	Decreto 596 de 2016
Circulaciones y zonas complementarias (5 m ²)	Transversal a todo el layout	Movilidad interna de personal y materiales	Flujo unidireccional; seguridad en desplazamientos; rutas despejadas	Señalización, rutas de evacuación, seguridad industrial

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2026.

Ilustración 2

Distribución de áreas de la ECA



Fuente: Elaboración propia de los autores, 2026.

3.4.3. Estructura organizacional ECA.

Con el fin de garantizar el adecuado funcionamiento técnico, administrativo y operativo de la Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA), se define una estructura organizacional que establece los roles, responsabilidades y perfiles requeridos para la operación del sistema. Esta estructura se fundamenta en los principios de eficiencia operativa, control del

proceso y cumplimiento normativo, asegurando la articulación entre las actividades de recepción, clasificación, almacenamiento y comercialización de materiales reciclables.

La estructura organizacional fue diseñada para la fase inicial de operación de la ECA, considerando un volumen de captación de aproximadamente 28 toneladas mensuales de material aprovechable. La vinculación de los operarios de clasificación como recicladores de oficio formalizados del municipio de Galapa responde directamente al Decreto 596 de 2016, que establece la inclusión de los recicladores en el esquema del servicio público de aprovechamiento, garantizando condiciones dignas de trabajo y fortaleciendo el componente social del proyecto.

Tabla 9

Estructura organizacional ECA

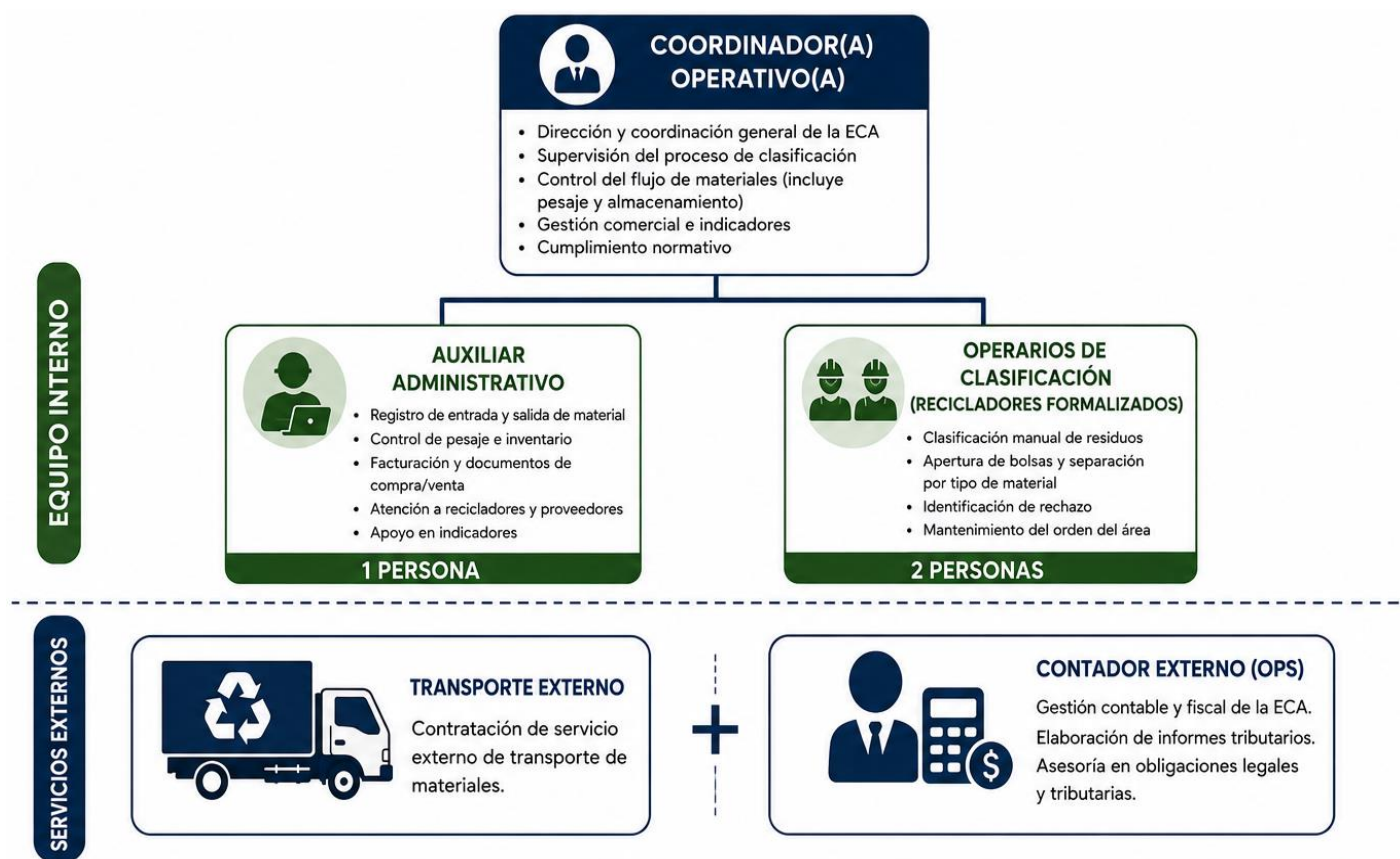
Cargo / Rol	Cantidad	Responsabilidades principales	Perfil requerido
Coordinador(a) operativo(a)	1	Dirección general de la ECA; supervisión del proceso de clasificación; control del flujo de materiales; operación del montacarga cuando se requiera; gestión comercial con compradores; seguimiento de indicadores; cumplimiento normativo	Profesional en Ingeniería Ambiental, Industrial o afines; experiencia en gestión de residuos o logística; con licencia para operación de montacargas
Auxiliar administrativo	1	Registro de entrada y salida de material; control de pesaje; facturación y documentos de compra/venta; control de inventario; atención a recicladores y proveedores; apoyo en indicadores de seguimiento	Técnico o tecnólogo en áreas administrativas o ambientales; manejo de herramientas ofimáticas; conocimientos básicos en gestión de residuos
Operarios de clasificación (recicladores formalizados)	2	Clasificación manual de residuos; apertura de bolsas; separación por tipo de material; identificación de rechazo; mantenimiento del orden del área	Recicladores de oficio del municipio de Galapa, formalizados; experiencia en aprovechamiento de residuos; capacitación en seguridad y separación
Contador. Externo (OPS)	1	Gestión contable y fiscal de la ECA; elaboración de informes tributarios; asesoría en obligaciones legales y tributarias	Profesional en contaduría pública.

Fuente: Elaboración propia de los autores, 2026.

Nota: Con el fin de optimizar los costos operativos en la fase inicial del proyecto, el componente de transporte podrá ser implementado mediante contratación de servicios externos, evaluando posteriormente la viabilidad de incorporar un vehículo propio y conductor en función del incremento en los volúmenes de material comercializado.

Ilustración 3

Estructura organizacional de la ECA



Fuente: Elaboración propia de los autores, 2026.

3.5. Flujo del sistema de residuos sólidos

El modelo de gestión integral se estructura a partir de un flujo continuo de materiales reciclables, el cual permite visualizar la interacción entre los diferentes actores y procesos involucrados en el sistema. El flujo inicia en la fase de generación, donde los residuos sólidos son producidos por hogares y unidades productivas. En esta etapa, se incorpora la separación en la fuente, en la cual los generadores clasifican los residuos en aprovechables y no aprovechables.

Posteriormente, los residuos aprovechables son canalizados hacia la fase de recolección selectiva, la cual es realizada principalmente por recicladores de oficio y, de manera complementaria, por rutas diferenciadas del servicio de aseo. En esta etapa, se prioriza la recolección de materiales previamente separados para garantizar su calidad.

Los materiales recolectados son transportados hacia la recuperadora de residuos sólidos, donde se desarrollan procesos de:

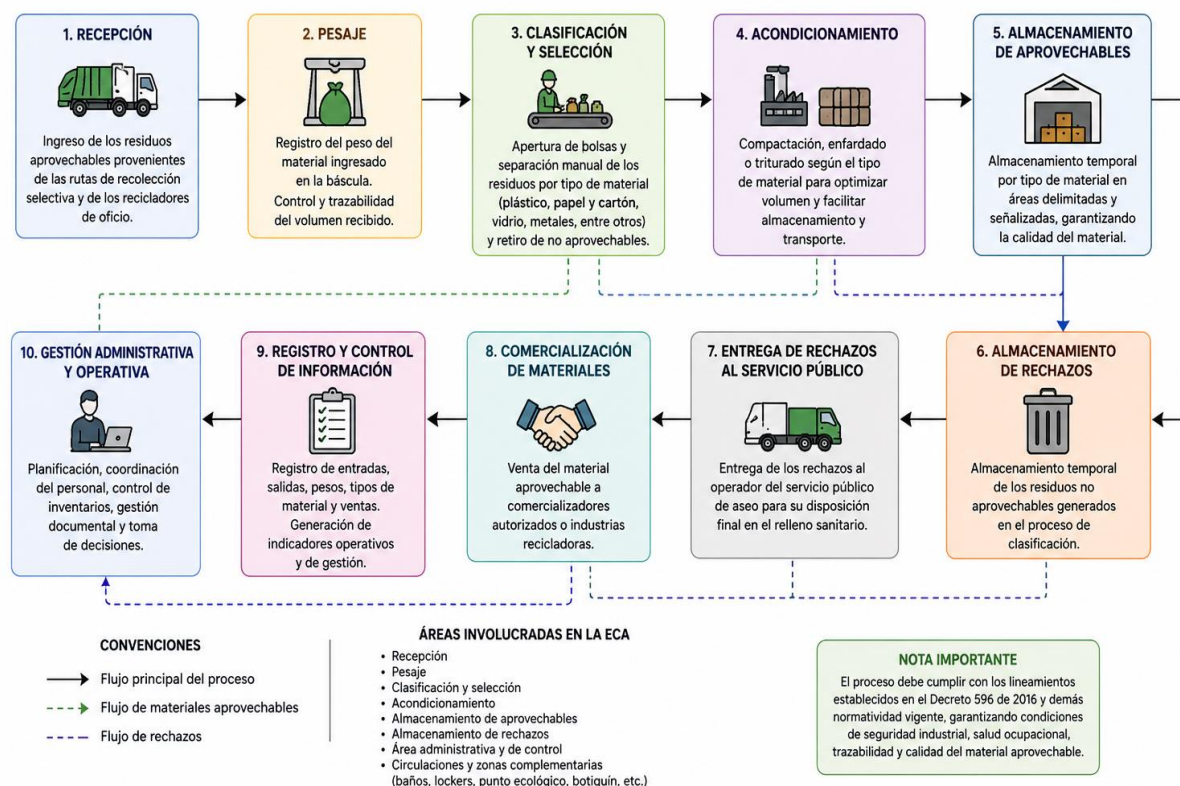
- ✓ Recepción y pesaje
- ✓ Clasificación manual por tipo de material
- ✓ Acondicionamiento (limpieza básica, compactación si aplica)
- ✓ Almacenamiento temporal

Una vez clasificados, los materiales son dirigidos a la fase de comercialización, en la cual son vendidos a empresas recicladoras o industrias transformadoras, quienes los reincorporan al ciclo productivo. De manera paralela, los residuos no aprovechables continúan su flujo hacia el sistema convencional de recolección y disposición final en relleno sanitario, sin intervención de la recuperadora.

En términos sistémicos, el flujo se representa de la siguiente manera:

Ilustración 4

Flujograma del proceso operativo de la ECA



Fuente: Elaboración propia de los autores, 2026.

3.6. Indicadores de seguimiento y evaluación

Con el propósito de garantizar el monitoreo, evaluación y mejora continua del modelo de gestión integral de residuos reciclables propuesto para el municipio de Galapa, se estableció un sistema de indicadores de seguimiento y evaluación orientado a medir el desempeño del sistema en términos de eficiencia operativa, impacto ambiental, inclusión social y sostenibilidad económica. Estos indicadores permiten verificar el cumplimiento de los objetivos del modelo, así

como su articulación con las metas establecidas en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), facilitando la toma de decisiones basada en evidencia.

A continuación, se presentan los indicadores definidos:

3.6.1. Indicadores operativos

Los indicadores operativos evalúan la eficiencia del sistema en términos de recolección, clasificación y recuperación de materiales reciclables.

3.6.1. Tasa de aprovechamiento de residuos reciclables (%)

Este indicador mide la proporción de residuos reciclables efectivamente recuperados respecto al total de residuos generados.

$$TA = \left(\frac{Ra}{Rg} \right) * 100$$

Donde:

TA = Tasa de aprovechamiento (%)

Ra = Residuos aprovechados (ton/mes)

Rg = Residuos generados (ton/mes)

3.6.2. Eficiencia de clasificación (%): Permite medir la proporción de material correctamente clasificado respecto al total de residuos ingresados a la ECA.

$$EC = \frac{Mc}{Mi} * 100$$

Donde:

EC = Eficiencia de clasificación (%)

Mc = Material correctamente clasificado (kg o ton)

Mi = Material ingresado a clasificación (kg o ton)

Este indicador permite evaluar la calidad del proceso de separación y clasificación desarrollado dentro de la ECA.

3.6.2. Porcentaje de rechazo (%):

Mide la cantidad de residuos no aprovechables generados durante el proceso de clasificación.

$$PR = \frac{Rr}{Ri} * 100$$

Donde:

PR = Porcentaje de rechazo (%)

Rr = Residuos de rechazo generados (kg o ton)

Ri = Residuos ingresados a la ECA (kg o ton)

Un menor porcentaje de rechazo indica mejores prácticas de separación en la fuente y mayor calidad del material recibido.

3.6.3. Indicadores ambientales

Los indicadores ambientales permiten evaluar la contribución del modelo a la reducción de impactos ambientales asociados a la disposición final de residuos sólidos.

Reducción de residuos enviados a disposición final (%)

Este indicador mide la disminución de residuos enviados al relleno sanitario gracias al aprovechamiento.

$$RD = \frac{Ra}{Rt} * 100$$

Donde:

RD = Reducción de disposición final (%)

Ra = Residuos aprovechados (ton/mes)

Rt = Residuos totales generados (ton/mes)

Este indicador evidencia el aporte ambiental del sistema en términos de reducción de presión sobre el relleno sanitario.

3.6.4. Indicadores sociales

Los indicadores sociales permiten medir el impacto del modelo sobre la inclusión y fortalecimiento de actores vinculados al aprovechamiento.

Recicladores formalizados vinculados al sistema

Corresponde al número de recicladores de oficio integrados formalmente a la operación de la ECA.

$RF = N.r$

Donde: RF = Número de recicladores formalizados. Nr = Total de recicladores vinculados

Este indicador permite evaluar el fortalecimiento del componente social y la inclusión laboral dentro del modelo.

3.6.5. Indicadores económicos

Los indicadores económicos permiten analizar la sostenibilidad financiera y operativa del sistema de aprovechamiento.

Ingresos por comercialización de materiales reciclables

Este indicador mide los ingresos generados por la venta de materiales aprovechables.

$$IC = \sum (Pi \times Qi)$$

Donde:

IC = Ingresos por comercialización

Pi = Precio de venta del material i

Qi = Cantidad comercializada del material i

Este indicador permite evaluar la rentabilidad y sostenibilidad económica de la ECA.

4. VALIDACIÓN DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA, SOCIAL Y AMBIENTAL DEL MODELO PROPUESTO E IMPACTOS POTENCIALES.

El presente capítulo tiene como finalidad evaluar la viabilidad integral del modelo de gestión propuesto para la implementación de una recuperadora de residuos sólidos en el municipio de Galapa, Atlántico, considerando sus dimensiones económica, social y ambiental. Esta evaluación permite determinar la factibilidad del modelo en términos de sostenibilidad operativa, aceptación por parte de los actores y contribución a la mejora de las condiciones actuales de gestión de residuos en el territorio. En primer lugar, la viabilidad económica se orienta al análisis de los costos asociados a la implementación y operación de la recuperadora, así como a la estimación de ingresos derivados de la comercialización de materiales reciclables. Este componente busca establecer la sostenibilidad financiera del modelo en el tiempo, considerando variables como capacidad operativa, flujo de materiales, precios de mercado y estructura organizacional propuesta.

En segundo lugar, la viabilidad social se analiza a partir del nivel de aceptación, disposición de participación y percepción de beneficios por parte de los actores involucrados, incluyendo hogares, recicladores de oficio, unidades productivas y empresas recicladoras. Este componente permite identificar las condiciones sociales que favorecen la implementación del modelo, así como los elementos necesarios para su apropiación y consolidación en el contexto local.

Finalmente, la viabilidad ambiental se evalúa en función del potencial del modelo para contribuir a la reducción de impactos asociados a la gestión inadecuada de residuos sólidos,

mediante el fortalecimiento del aprovechamiento de materiales reciclables, la disminución de la disposición final en relleno sanitario y la promoción de prácticas alineadas con los principios de la economía circular. La información presentada en este capítulo se fundamenta en los resultados obtenidos durante la fase de caracterización, así como en los análisis técnicos desarrollados en la etapa de diseño del modelo, lo que permite realizar una valoración integral de su pertinencia y aplicabilidad en el municipio de Galapa.

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación de la viabilidad económica, social y ambiental del modelo propuesto, junto con el análisis de los impactos potenciales asociados a su implementación.

4.1.Viabilidad social

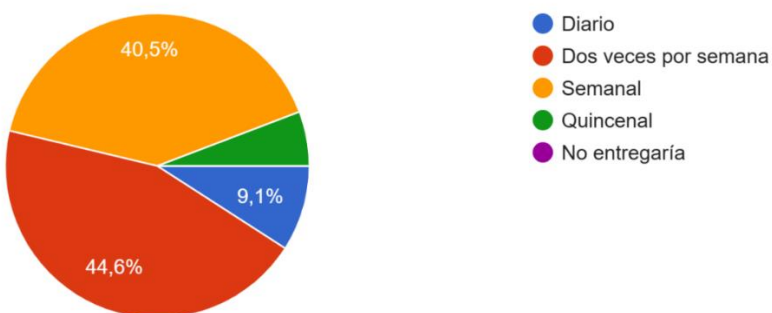
La viabilidad social del modelo propuesto para la implementación de la ECA en el municipio de Galapa se fundamenta en el nivel de aceptación, disposición de participación y percepción de beneficios identificados en los diferentes actores involucrados en la gestión de residuos sólidos. Para ello, se analizaron los resultados obtenidos a partir de la aplicación de instrumentos de caracterización dirigidos a hogares, recicladores de oficio, unidades productivas y empresas recicladoras presentes en el municipio.

Este componente permite determinar el grado de apropiación social del modelo, así como las condiciones necesarias para su funcionamiento y sostenibilidad en el territorio. La participación activa de la comunidad y de los actores asociados al aprovechamiento de residuos constituye un elemento fundamental para la consolidación de esquemas de economía circular y fortalecimiento de procesos de recuperación de materiales reciclables.

En este sentido, la evaluación de la viabilidad social considera aspectos relacionados con la disposición de los hogares a separar y entregar materiales aprovechables, el interés de los recicladores de oficio en procesos de formalización y articulación organizativa, la participación potencial de las unidades productivas y la percepción de las empresas recicladoras frente a la creación de una recuperadora local. Asimismo, se analizan las expectativas y recomendaciones expresadas por los actores encuestados, con el propósito de identificar oportunidades y desafíos para la implementación del modelo propuesto.

Figura 70

Si existiera una recuperadora organizada en el municipio, ¿con qué frecuencia entregaría residuos aprovechables?

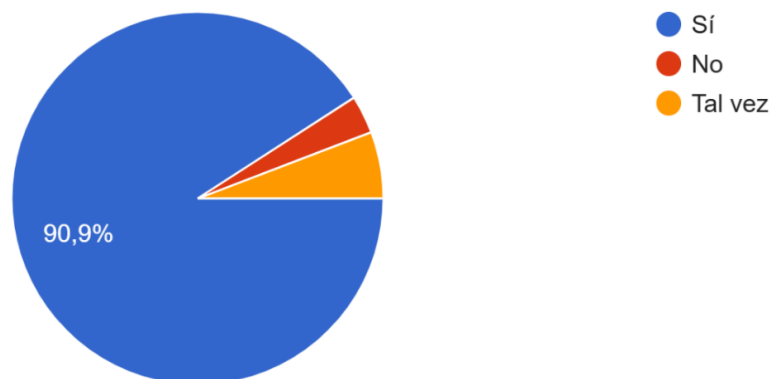


Fuente: Autores, 2026.

El 44,6% de los encuestados manifestó que entregaría materiales reciclables dos veces por semana, seguido del 40,5% que lo haría de manera semanal. En menor proporción, el 9,1% indicó que realizaría entregas diarias y el 5,8% de forma quincenal. Estos resultados reflejan que más del 85% de los hogares estaría dispuesto a vincularse de manera frecuente (semanal o más) a un sistema de recuperación de residuos, lo cual representa una oportunidad significativa para la implementación de una recuperadora en el municipio.

Figura 71

¿Considera importante que exista una recuperadora de residuos sólidos en el municipio?

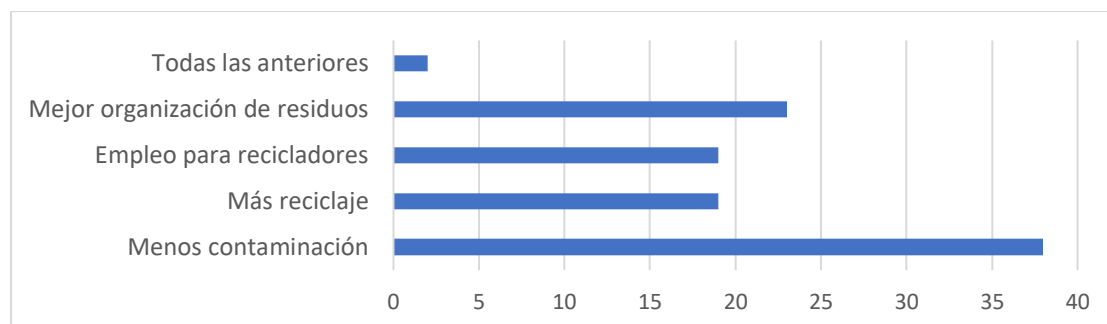


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Los resultados evidencian una alta aceptación social frente a la implementación de una recuperadora en el municipio de Galapa, ya que el 90,9% de los encuestados considera importante su existencia. Esto refleja una percepción positiva de la comunidad hacia estrategias de aprovechamiento de residuos y fortalece la viabilidad social del modelo propuesto.

Figura 72

¿Qué beneficios cree que traería una recuperadora al municipio?



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

La principal percepción de beneficio asociada a la recuperadora corresponde a la disminución de la contaminación, seguida del fortalecimiento del reciclaje, la generación de empleo para recicladores y una mejor organización de los residuos. Estos resultados demuestran que la comunidad reconoce impactos tanto ambientales como sociales derivados de la implementación del proyecto.

Empresas recicladoras

Figura 73

¿Estaría usted dispuesto a comprar material proveniente de una nueva recuperadora en Galapa?

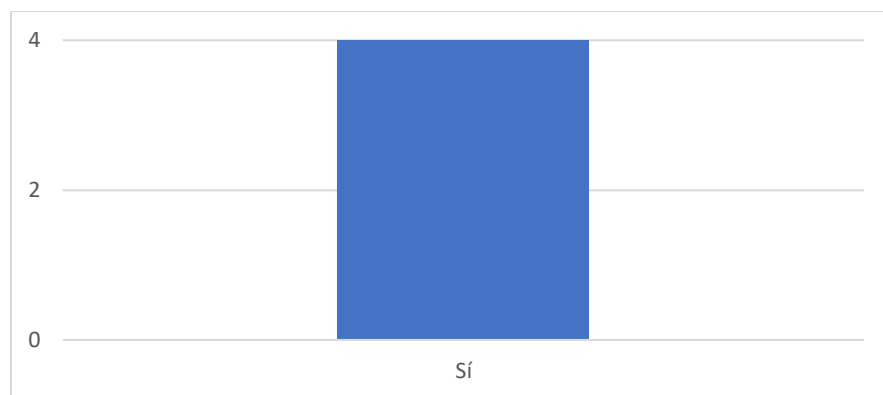


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Las empresas recicladoras encuestadas presentan una percepción favorable frente a la compra de materiales provenientes de una nueva recuperadora local. Aunque una parte manifestó una posición condicionada (“tal vez”), los resultados evidencian apertura hacia posibles relaciones comerciales, lo cual representa una oportunidad para la articulación del modelo con actores del mercado reciclador.

Figura 74

Desde su experiencia, ¿considera viable la creación de una recuperadora en Galapa?

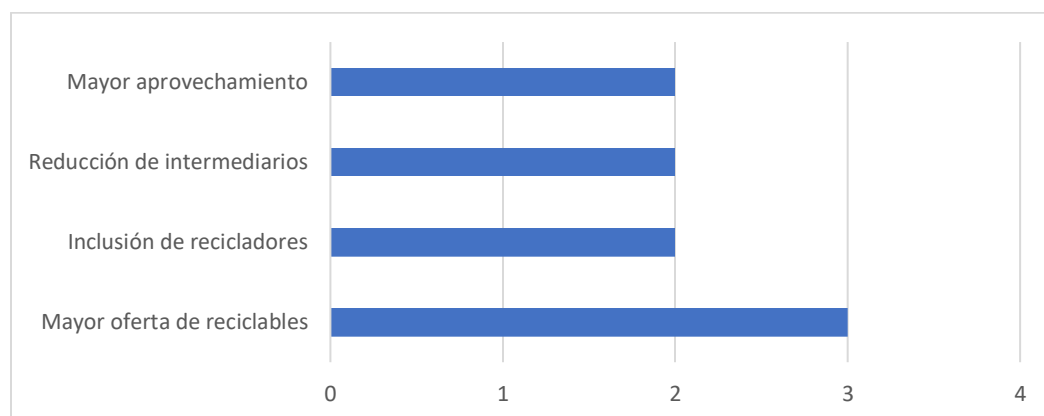


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

El 100% de las empresas recicladoras consultadas considera viable la creación de una recuperadora en el municipio de Galapa. Este resultado respalda la pertinencia del modelo propuesto desde la perspectiva del sector reciclador y evidencia que existen condiciones favorables para su implementación y desarrollo operativo.

Figura 75

¿Cuáles serían las principales ventajas de una recuperadora en el municipio?

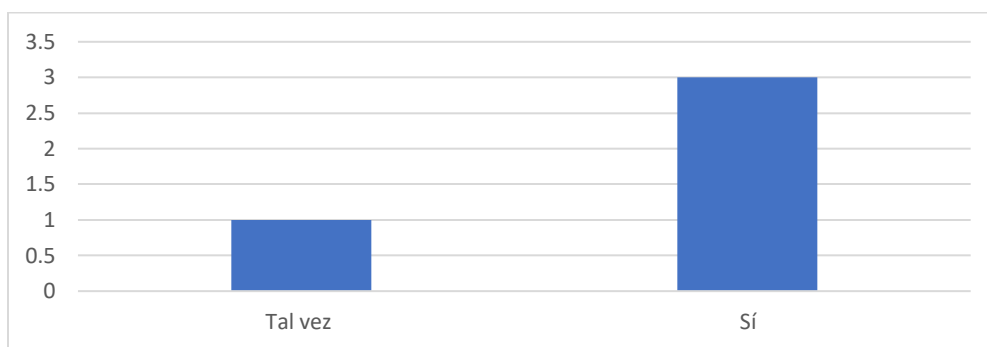


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Las empresas recicladoras identificaron como principal ventaja de la recuperadora el incremento en la oferta de materiales reciclables, seguido de beneficios asociados al mayor aprovechamiento, la inclusión de recicladores y la reducción de intermediarios. Estos resultados evidencian que el modelo es percibido como una oportunidad para fortalecer la cadena de aprovechamiento en el municipio.

Figura 76

¿Estaría dispuesto a establecer alianzas comerciales o técnicas con una recuperadora en Galapa?

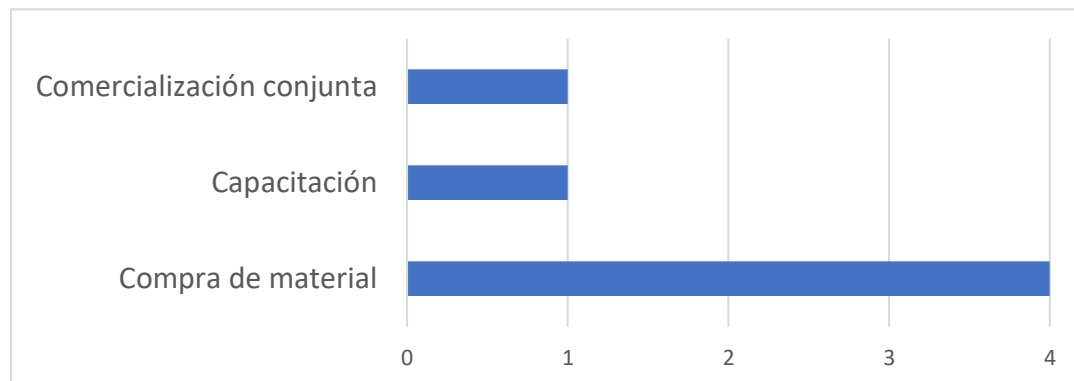


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

La mayoría de las empresas encuestadas manifestó disposición para establecer alianzas comerciales o técnicas con una recuperadora en Galapa, mientras que una menor proporción expresó una posición de posible participación. Esto demuestra apertura hacia procesos de articulación y cooperación, lo cual favorece la consolidación y sostenibilidad del modelo propuesto.

Figura 77

¿Qué tipo de alianza podría establecer?

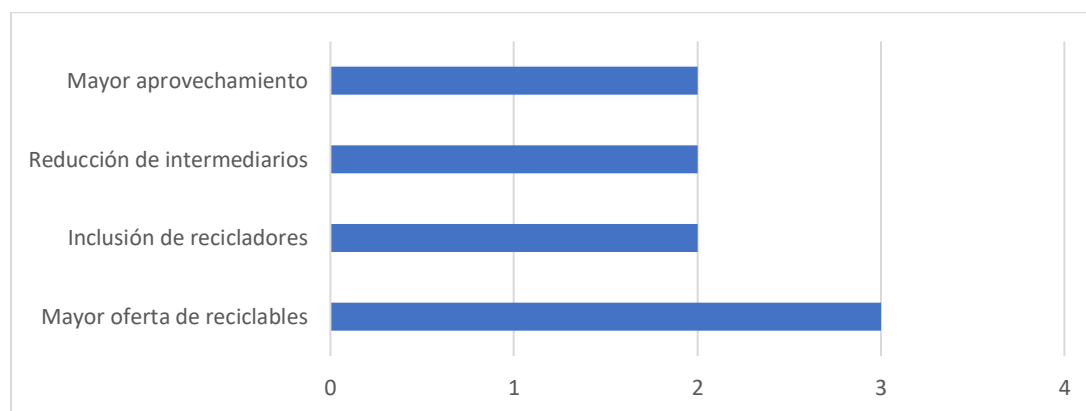


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

El tipo de alianza con mayor aceptación por parte de las empresas recicladoras corresponde a la compra de material, seguido de procesos de capacitación y comercialización conjunta. Lo anterior indica que existe interés en generar vínculos operativos y comerciales que permitan fortalecer el funcionamiento de la recuperadora y mejorar la gestión de materiales aprovechables.

Figura 78

¿Cuáles serían las principales ventajas de una recuperadora en el municipio?



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Los resultados reflejan nuevamente que las principales ventajas percibidas se relacionan con el aumento en la oferta de reciclables y el fortalecimiento del aprovechamiento de residuos.

Asimismo, se destaca la reducción de intermediarios y la inclusión de recicladores, evidenciando una valoración positiva del impacto económico y social que tendría la implementación de la recuperadora en el municipio.

¿Qué recomendaciones le daría a una recuperadora que quiera iniciar operaciones en Galapa?

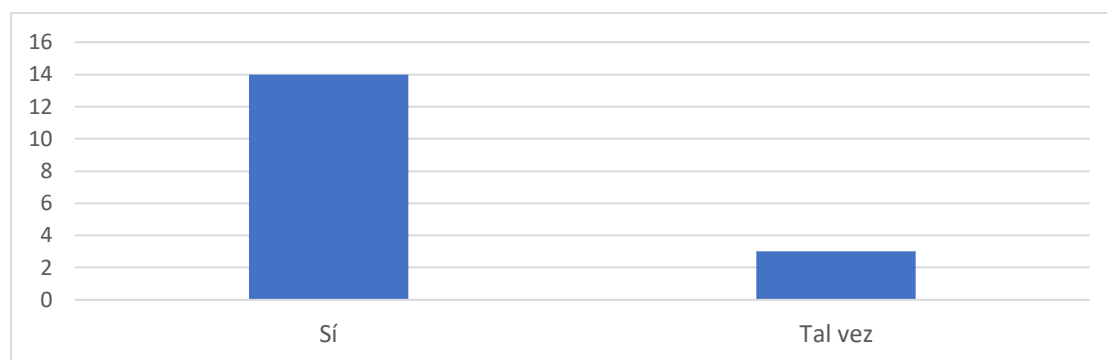
A partir de las respuestas obtenidas, las empresas de reciclaje formularon diversas recomendaciones clave para una recuperadora que desee iniciar operaciones en el municipio de Galapa. De manera general, se destaca la importancia de contar con un plan de negocios sólido, que permita una adecuada organización administrativa, operativa y financiera desde el inicio de las actividades. Asimismo, se resalta la necesidad de reconocer e incluir a los recicladores dentro del proceso de compra del material, teniendo en cuenta las condiciones en las que realizan su labor y garantizando un trato justo y equitativo. Las empresas también enfatizaron la relevancia de establecer precios acordes con la oferta y la demanda del mercado, así como de mantener estabilidad y transparencia en los precios.

Otro aspecto señalado fue la importancia de contar con básculas debidamente calibradas, como mecanismo para asegurar procesos de compra confiables y evitar conflictos en la transacción de materiales. Finalmente, se recomendó mantener una gestión organizada en cuanto a precios, cantidades y personal, como factor determinante para el correcto funcionamiento y sostenibilidad de la recuperadora.

Recicladores

Figura 79

¿Le gustaría formar parte de una recuperadora u organización formal?

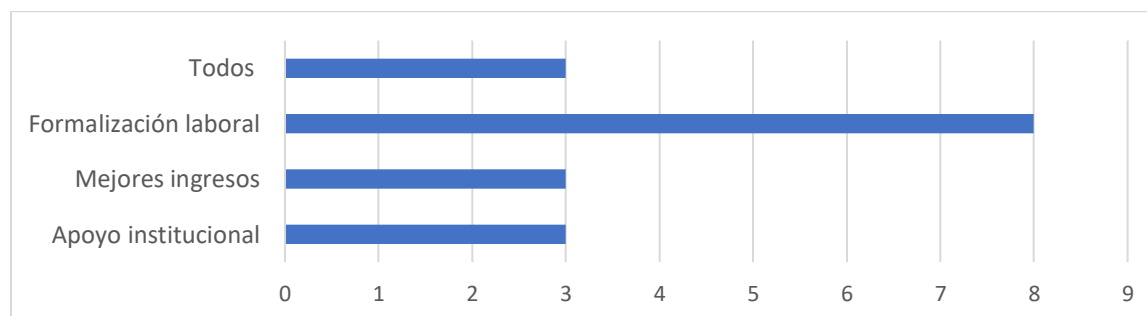


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

La mayoría de los recicladores encuestados manifestó interés en formar parte de una recuperadora u organización formal, mientras que una menor proporción expresó una posible participación. Este resultado evidencia una alta disposición hacia procesos de formalización e integración, lo cual representa una condición favorable para la implementación del modelo propuesto.

Figura 80

¿Qué beneficios esperaba obtener?

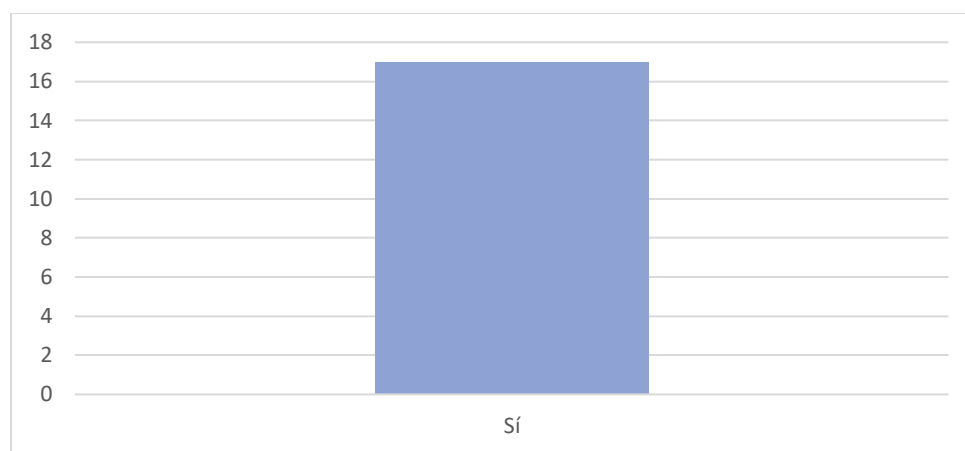


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Entre los principales beneficios esperados por los recicladores se destaca la formalización laboral, seguida de mejores ingresos y apoyo institucional. Estos resultados reflejan las principales necesidades del sector reciclador y evidencian que el modelo puede contribuir al fortalecimiento de sus condiciones laborales, económicas y sociales.

Figura 81

¿Estaría dispuesto(a) a vender directamente a una recuperadora local si le ofrecen mejores condiciones?

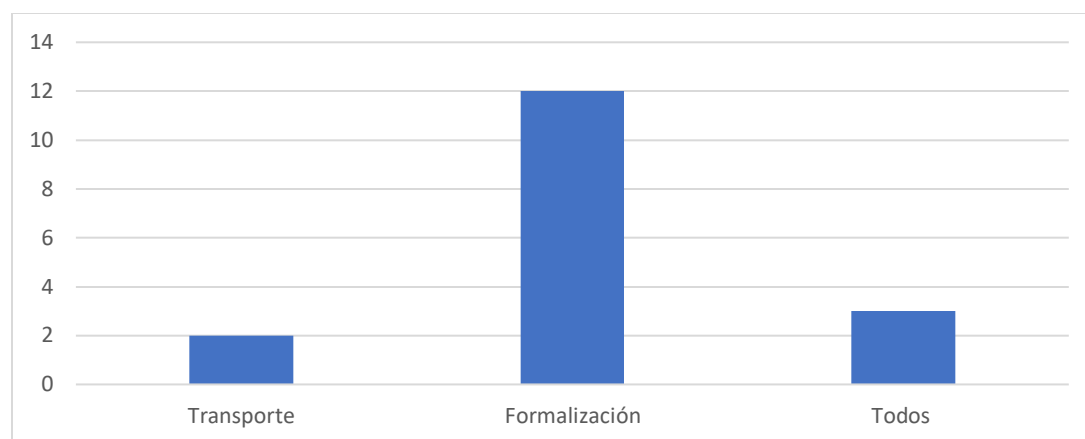


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

El total de los recicladores encuestados manifestó disposición para vender directamente a una recuperadora local en caso de recibir mejores condiciones. Este resultado evidencia un alto potencial de articulación entre los recicladores de oficio y la recuperadora propuesta, favoreciendo la estabilidad en el suministro de materiales aprovechables.

Figura 82

¿Qué apoyo considera necesario para vincularse a una recuperadora?



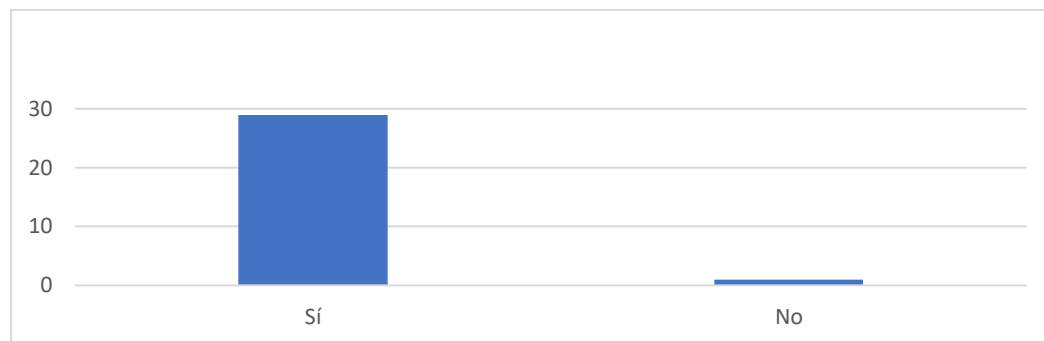
Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

La formalización fue identificada como el principal apoyo requerido por los recicladores para vincularse a una recuperadora, seguida de necesidades relacionadas con transporte y apoyo integral. Esto demuestra la importancia de fortalecer componentes organizativos, institucionales y logísticos que faciliten la inclusión efectiva de los recicladores dentro del sistema propuesto.

Unidades productivas

Figura 83

¿Estaría dispuesto(a) a separar y entregar materiales aprovechables a una recuperadora local?

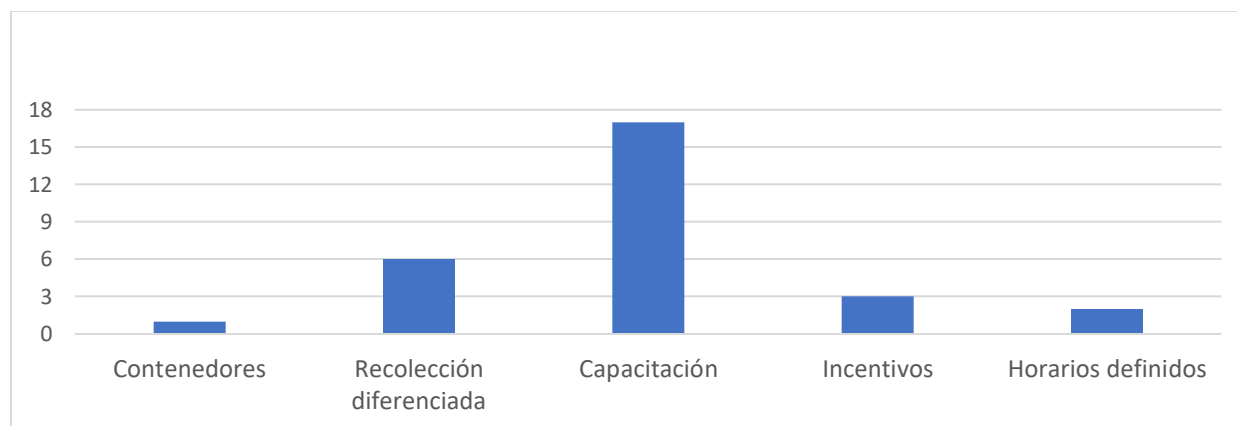


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

La gran mayoría de las unidades productivas encuestadas manifestó disposición para separar y entregar materiales aprovechables a una recuperadora local. Este resultado evidencia una alta aceptación del modelo por parte del sector productivo y representa una oportunidad para fortalecer el flujo de materiales reciclables hacia la ECA.

Figura 84

¿Qué condiciones facilitarían su participación?

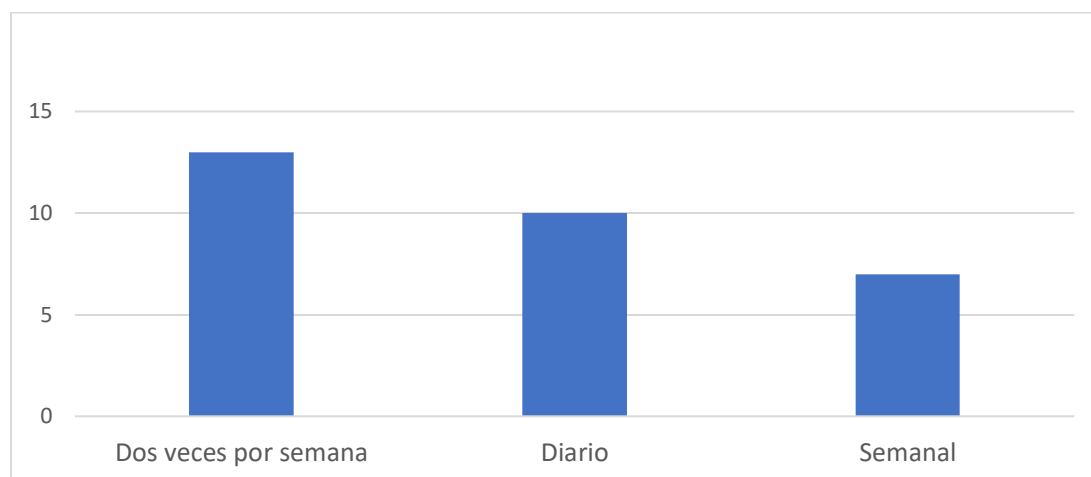


Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

La capacitación fue identificada como la principal condición para facilitar la participación de las unidades productivas, seguida de la implementación de esquemas de recolección diferenciada. En menor proporción, también se mencionaron incentivos, horarios definidos y disponibilidad de contenedores. Estos resultados reflejan la importancia de fortalecer componentes educativos y operativos para garantizar la articulación efectiva de este sector al sistema de aprovechamiento

Figura 85

¿Con qué frecuencia podría entregar materiales aprovechables a una recuperadora?



Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026.

Las unidades productivas indicaron principalmente una frecuencia de entrega de dos veces por semana y diaria, seguida de entregas semanales. Esto evidencia una generación constante de residuos aprovechables y demuestra que las unidades productivas podrían representar una fuente importante y continua de abastecimiento para la recuperadora propuesta.

De manera general, la evaluación de la viabilidad social evidencia que el modelo propuesto para la implementación de una recuperadora de residuos sólidos en el municipio de Galapa presenta condiciones favorables para su desarrollo y consolidación. Los resultados obtenidos a partir de los diferentes actores consultados reflejan una percepción positiva frente a la necesidad de fortalecer los procesos de aprovechamiento de residuos, así como una disposición significativa hacia la participación y articulación dentro del sistema propuesto.

La comunidad reconoce la importancia de contar con una recuperadora local, asociando su implementación con beneficios relacionados con la reducción de la contaminación, la mejora en la gestión de residuos y la generación de oportunidades para los recicladores de oficio. De igual manera, las unidades productivas manifestaron interés en participar mediante la separación y entrega de materiales aprovechables, mientras que los recicladores evidenciaron disposición hacia procesos de formalización y vinculación organizativa. Por su parte, las empresas recicladoras expresaron apertura hacia la compra de materiales y el establecimiento de alianzas comerciales y técnicas, lo cual fortalece las posibilidades de articulación del modelo con el mercado reciclador existente.

En conjunto, estos resultados permiten establecer que el municipio cuenta con una base social favorable para la implementación de una Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA), sustentada en la aceptación de los actores, la identificación de beneficios colectivos y la disposición a participar en estrategias de economía circular. No obstante, para garantizar la sostenibilidad social del modelo, será necesario fortalecer procesos de educación ambiental, capacitación, organización operativa y acompañamiento institucional, con el fin de consolidar una cultura de separación en la fuente y promover la integración efectiva de los recicladores dentro del sistema de aprovechamiento

4.2. Viabilidad Ambiental.

La viabilidad ambiental del modelo de gestión integral propuesto se fundamenta en su capacidad para incrementar el aprovechamiento de residuos reciclables y reducir la disposición final de residuos sólidos en el municipio de Galapa, en concordancia con los principios de la gestión integral de residuos y la economía circular. De acuerdo con la información reportada en el PGIRS (2025), el municipio presenta una generación total aproximada de 16.547 toneladas anuales de residuos sólidos, equivalentes a un promedio mensual cercano a 1.379 toneladas. Esta cifra incluye la totalidad de residuos recolectados por los prestadores del servicio público de aseo, abarcando tanto residuos aprovechables como no aprovechables.

A partir de los resultados de caracterización realizados en el presente estudio, se evidenció una alta disposición hacia la separación en la fuente por parte de la comunidad. En el caso de los hogares 121 encuestados, se determinó que aproximadamente el 67,4% presenta condiciones favorables para la separación, considerando tanto quienes separan de manera constante como ocasional. Asimismo, se estimó una generación promedio de 3,79 kg de material reciclable por hogar por semana, equivalente a 16 kg/mes por vivienda.

Al escalar estos resultados al total estimado de 15.476 hogares del municipio, se obtiene una generación potencial de aproximadamente: 235 toneladas mensuales de residuos reciclables, No obstante, considerando pérdidas asociadas a factores como contaminación de materiales, separación inadecuada y limitaciones del sistema, se adoptó un escenario de eficiencia del 50%, obteniéndose un potencial real de: 117,5 toneladas/mes de material efectivamente aprovechable.

Por otra parte, en las unidades productivas 30 encuestadas, se identificó una generación promedio de 198 kg/mes por establecimiento, con una tasa de participación en la entrega de materiales del 66,7%, lo cual evidencia un aporte significativo al sistema de aprovechamiento.

Sin embargo, los registros del PGIRS muestran que el aprovechamiento actual se encuentra altamente concentrado en pocas empresas y presenta valores atípicos, como el caso del PET reportado con volúmenes elevados, lo cual sugiere que parte del material gestionado proviene de dinámicas externas al municipio. Esto evidencia que, aunque existe actividad de reciclaje, no necesariamente refleja el aprovechamiento real generado localmente.

En este contexto, el modelo propuesto, basado en la implementación de una Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA), se plantea bajo un enfoque progresivo. Se adopta una tasa de captación inicial entre el 10% y el 20% del material aprovechable, coherente con sistemas en fase temprana que enfrentan limitaciones como baja cultura de separación, falta de rutas selectivas y débil articulación institucional.

Bajo un escenario medio del 20%, la ECA tendría una capacidad operativa aproximada de: 28 toneladas mensuales, 336 ton/año de residuos aprovechables. Este valor es consistente con las condiciones reales del municipio y permite evitar el sobredimensionamiento del sistema, garantizando su sostenibilidad operativa en la fase inicial. Desde el punto de vista ambiental, la implementación del modelo contribuiría a:

- ✓ Reducir la cantidad de residuos dispuestos en relleno sanitario
- ✓ Disminuir la contaminación del suelo y cuerpos de agua
- ✓ Reducir la proliferación de vectores asociados a residuos mal gestionados
- ✓ Incrementar la reincorporación de materiales al ciclo productivo

- ✓ Disminuir la presión sobre recursos naturales y emisiones asociadas

En este sentido, el modelo no solo mejora el desempeño ambiental del sistema de gestión de residuos en el municipio, sino que también promueve la transición hacia un enfoque de economía circular. No obstante, su efectividad dependerá del fortalecimiento de la educación ambiental, la separación en la fuente y la consolidación de esquemas organizativos eficientes para la recuperación de materiales.

Tabla 10

Cantidades (Ton) recuperadas por las empresas recuperadoras en el municipio

Material	El Carmen	Arecaíbe	Norte y Car	Keile	Petronitas	R. Savilla	Ecogreen
Cartón	3,60	9,00	—	—	5,00	20,00	5,00
PET	24,00	—	—	800,00	—	6,00	1,00
Plástico	0,20	14,50	—	—	1,00	25,00	4,00
Vidrio	4,72	16,50	—	—	—	—	—
Papel	1,50	15,00	—	—	0,40	0,20	0,20
Chatarra ferrosa	8,00	11,00	—	—	3,00	0,80	0,60
Chatarra no ferrosa	1,00	20,00	—	—	3,00	—	6,00
Aluminio	0,60	3,00	—	—	0,50	—	0,07
Cobre	0,20	1,00	—	—	0,40	—	0,10
Pasta	—	—	—	10,00	—	—	0,20
Aceite de cocina	0,01	—	—	—	—	—	—

Plegadiza	—	3,00	—	—	—	—	—
PVC	—	2,00	—	—	—	—	—
Tetrapak	—	0,50	—	—	—	—	—
Total	43,83	95,50	—	810,00	13,30	52,00	17,17

Fuente: Plan de gestión integral de residuos sólidos, Galapa, 2025.

Tabla 11

Cantidades (Ton) recuperadas por las empresas recuperadoras en el municipio

Material	Los Mangos	Recicla-T	Reaceico	Katerine V.	Los Ciruelos	Adulam	Centro Neg.	Total
Cartón	1,00	25,00	0,80	0,10	0,50	0,40	150,00	220,40
PET	1,20	5,00	—	—	0,12	2,00	—	839,32
Plástico	1,00	11,00	—	—	1,00	0,15	30,00	87,85
Vidrio	—	18,80	0,50	0,20	—	—	—	40,72
Papel	0,50	5,00	0,90	—	0,18	0,15	1,50	25,53
Chatarra ferrosa	2,00	20,00	—	0,20	1,00	1,50	20,00	68,10
Chatarra no ferrosa	0,60	—	—	—	0,50	0,50	20,00	51,60
Aluminio	0,80	3,00	—	—	0,10	0,30	10,00	18,37
Cobre	0,04	0,20	—	—	0,02	0,03	10,00	11,99
Pasta	—	10,00	—	80,00	0,12	1,00	—	101,32
Aceite de cocina	0,10	—	15,00	—	—	—	—	15,11
Plegadiza	—	—	—	—	—	—	—	3,00
PVC	—	—	—	—	—	—	—	2,00
Tetrapak	—	—	—	—	—	—	—	0,50
Total	7,24	98,00	17,20	80,50	3,54	6,03	241,50	1.485,81

Fuente: Plan de gestión integral de residuos sólidos, Galapa, 2025.

4.3. Viabilidad Económica

La viabilidad económica del modelo propuesto se orienta a evaluar la sostenibilidad financiera de la Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) planteada para el municipio de Galapa, considerando los costos asociados a su implementación, operación y comercialización de materiales reciclables.

Este análisis permite determinar la capacidad del modelo para mantenerse operativamente en el tiempo, a partir de los ingresos generados por el aprovechamiento y venta de residuos sólidos reciclables. Para el desarrollo de este componente se consideraron variables relacionadas con la capacidad operativa inicial del sistema, los volúmenes estimados de material recuperado, los precios de compra y venta identificados en empresas recuperadoras del municipio, así como los costos asociados a nómina, infraestructura, maquinaria, servicios y operación logística. De igual manera, se incorporó un enfoque progresivo de crecimiento, acorde con las condiciones reales del municipio y con la etapa inicial de implementación del proyecto.

La evaluación económica también contempla el análisis comparativo entre los ingresos proyectados por comercialización y los costos de adquisición de materiales, permitiendo estimar márgenes operativos y el comportamiento financiero esperado de la recuperadora durante los primeros años de funcionamiento. Asimismo, se incluyen las inversiones requeridas en maquinaria y equipos esenciales para el desarrollo de las actividades de clasificación, compactación, almacenamiento y control operativo.

En este contexto, la viabilidad económica busca establecer si el modelo propuesto presenta condiciones financieras favorables para su implementación, considerando criterios de sostenibilidad operativa, capacidad de crecimiento y optimización de recursos, bajo un esquema

alineado con las dinámicas reales del mercado de aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio de Galapa.

El modelo financiero desarrollado en el presente estudio fue construido con el propósito de proyectar los costos y gastos de operación de la ECA, a través de un horizonte de cinco años (2026-2030), lo cual permite estimar ingresos, egresos, punto de equilibrio e indicadores financieros como la Tasa Interna de Retorno (TIR). Los precios de ventas de materiales utilizados en el modelo fueron tomados de la encuesta aplicada a las empresas recuperadoras del municipio de Galapa en el marco del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS, 2025). Y los de precios de compra fueron tomados de las caracterizaciones realizadas en campo, a los comercios.

4.3.1. Precio de compra y venta de materiales. Empresas recuperadoras Galapa Atlántico

Tabla 12

Precio de compra y venta de materiales. Empresas recuperadoras Galapa Atlántico

TIPO DE MATERIAL	Chatarrería El Carmen		Asociación Arecaribe		Chatarrería Los Mangos	
	Precio de compra (Kg)	Precio de venta (Kg)	Precio de compra (Kg)	Precio de venta (Kg)	Precio de compra (Kg)	Precio de venta (Kg)
Cartón	\$300	\$800	\$200	\$700	\$200	-
Vidrio	\$100	\$400	\$240	\$600	-	-
Plástico	\$1.000	\$1.200	\$400	\$1.200	\$600	-
Chatarra ferrosa	\$600	\$900	\$500	\$900	\$550	-
Chatarra no ferrosa	\$600	\$900	\$300	\$600	\$550	-
Aluminio	\$5.500	\$7.000	\$6.000	\$8.000	\$5.000	-
Cobre	\$30.000	\$35.000	\$30.000	\$35.000	\$28.000	-
Papel	\$600	\$1.000	\$650	\$1.000		-
Motores o bombas partes	\$495	\$900	-	-	\$500	-
Nevera partes	\$150	\$800	-	-	\$500	-

Nevera completa	\$200	\$800	-	-	\$500	-
Lavadora partes	\$150	\$900	-	-	\$900	-
Lavadora completa	\$150	\$900	-	-		-
Estufa completa	\$100	\$900		-	-	-
Televisores partes	\$150	\$800	-	-	\$500	-
Aceite de cocina usado	\$1.200		-	-	\$1.000	-
Otro: PET	\$700	\$1.000	\$600	\$1.100	-	-
Otro: PVC	-	-	\$300	\$500	-	-
Otro: Plegadiza	-	-	\$200	\$400	-	-
Otro: Tetrapak	-	-	\$300	-	-	-
Otro: PASTA	-	-	\$1.000	-	-	-
Otro: Bronce	-	-	-	-	\$16.000	

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir de los instrumentos de caracterización, 2026

4.3.2. Proyección de ingresos

La ECA comercializará 13 tipos de materiales aprovechables, seleccionados con base en su disponibilidad en el municipio de Galapa y su demanda en el mercado local de reciclaje, según los datos obtenidos en la encuesta a las empresas recuperadoras del PGIRS 2025. Para el primer año de operación (2026) se proyecta recuperar un total de 336 toneladas anuales equivalentes a 28 toneladas mensuales, con ingresos totales estimados en \$393.5 millones de pesos. Los materiales de mayor volumen son el cartón 150 ton/año y la pasta 32 ton/año. impulsados por la vocación industrial del municipio y la zona franca, que generan grandes volúmenes de material de embalaje y papel. El PET 50 ton/año también tiene alta disponibilidad dado el consumo doméstico e industrial. En términos de valor económico, el aluminio y el cobre son los materiales de mayor precio por tonelada, aunque se manejan en volúmenes más conservadores dado que son más difíciles de conseguir en el mercado local.

4.3.3. Comparativa de ingresos por material (Año 1, 2026)

A continuación, se presenta el detalle comparativo de los 13 materiales aprovechables proyectados para el primer año de operación (2026), con un volumen total de 336 toneladas anuales equivalentes a 28 toneladas mensuales. La tabla refleja para cada material el volumen estimado de recuperación, el precio de venta y compra identificado en el mercado local de Galapa, el ingreso anual proyectado y el margen comercial obtenido.

Tabla 13

Tabla comparativa de ingresos por material (Año 1, 2026)

Material	Ton/año	Precio venta (\$/ton)	Precio compra (\$/ton)	Ingreso anual (\$)	Costo compra (\$)	Margen (\$)
Cartón	150	750.000	250.000	112.500.000	37.500.000	75.000.000
PET	50	1.050.000	650.000	52.500.000	32.500.000	20.000.000
Plástico	26	1.200.000	600.000	31.200.000	15.600.000	15.600.000
Vidrio	12	500.000	200.000	6.000.000	2.400.000	3.600.000
Papel	8	1.000.000	600.000	8.000.000	4.800.000	3.200.000
Plegadiza	2	400.000	200.000	800.000	400.000	400.000
Chatarra ferrosa	33	900.000	550.000	29.700.000	18.150.000	11.550.000
Aluminio	7	7.500.000	5.500.000	52.500.000	38.500.000	14.000.000
Cobre	1	35.000.000	30.000.000	35.000.000	30.000.000	5.000.000
Tetrapak	2	300.000	180.000	600.000	360.000	240.000
PVC	3	500.000	300.000	1.500.000	900.000	600.000
Pasta	32	1.600.000	900.000	51.200.000	28.800.000	22.400.000

Aceite de cocina	10	1.200.000	1.100.000	12.000.000	11.000.000	1.000.000
TOTAL	336	—	—	393.500.000	220.910.000	172.590.000

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir del modelo financiero, 2026

La proyección de ingresos de la Empresa de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) evidencia una tendencia de crecimiento sostenido durante los cinco años evaluados, pasando de \$393,5 millones en 2026 a \$657,2 millones en 2030, lo que representa un incremento acumulado cercano al 67%. El análisis horizontal muestra que los ingresos presentan tasas de crecimiento anual progresivas, iniciando con un 10,45% entre 2026 y 2027 y alcanzando un 19,03% en el último periodo proyectado, lo cual refleja un fortalecimiento gradual de la capacidad operativa y comercial de la ECA en el municipio de Galapa.

Tabla 14

Proyección de ingresos por material 2026-2030

Material	2026	2027	2028	2029	2030
Cartón	112.500.000	124.258.500	138.653.847	157.857.405	187.889.776
PET	52.500.000	57.987.300	64.705.129	73.666.789	87.681.896
Plástico	31.200.000	34.461.024	38.453.334	43.779.120	52.108.098
Vidrio	6.000.000	6.627.120	7.394.872	8.419.062	10.020.788
Papel	8.000.000	8.836.160	9.859.829	11.225.415	13.361.051
Plegadiza	800.000	883.616	985.983	1.122.542	1.336.105
Chatarra ferrosa	29.700.000	32.804.244	36.604.616	41.674.355	49.602.901
Aluminio	52.500.000	57.987.300	64.705.129	73.666.789	87.681.896
Cobre	35.000.000	38.658.200	43.136.752	49.111.193	58.454.597
Tetrapak	600.000	662.712	739.487	841.906	1.002.079
PVC	1.500.000	1.656.780	1.848.718	2.104.765	2.505.197

Pasta	51.200.000	56.551.424	63.102.906	71.842.659	85.510.725
Aceite de cocina	12.000.000	13.254.240	14.789.744	16.838.123	20.041.576
TOTAL	393.500.000	434.628.620	484.980.346	552.150.123	657.196.684
Crecimiento anual	—	10,45%	11,59%	13,85%	19,03%

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir del modelo financiero, 2026.

El material que mayor participación tiene dentro de los ingresos es el cartón, aportando el 28,59% del total en el primer año, consolidándose como el principal impulsor financiero del proyecto debido a su alta generación y demanda en el mercado de reciclaje. Asimismo, materiales como PET y aluminio representan cada uno el 13,34% de los ingresos, mientras que la pasta aporta el 13,01%, evidenciando que estos residuos constituyen líneas estratégicas de aprovechamiento para la sostenibilidad económica de la ECA. Otros materiales como cobre, plástico y chatarra ferrosa también presentan participaciones importantes, complementando la diversificación de ingresos del modelo de negocio. En conjunto, el comportamiento proyectado indica que el crecimiento de los ingresos está principalmente jalonado por el aumento en la comercialización de materiales de alto valor y alta rotación, especialmente cartón, PET, aluminio y pasta, los cuales concentran más del 68% de los ingresos operacionales del primer año

4.3.4. Presupuesto de inversión y costo

La siguiente tabla presenta el presupuesto de inversión requerido para la puesta en marcha de la ECA, discriminado por componentes de nómina mensual, maquinaria y equipo, mobiliario y equipo de oficina, e infraestructura."

Tabla 15

Presupuesto de inversión y costo

Descripción	Cantidad	Valor unitario	Costo total
-------------	----------	----------------	-------------

Nómina mensual			
Coordinador operativo	1	\$2.500.000	\$2.500.000
Auxiliar administrativo	1	\$2.000.000	\$2.000.000
Operarios recicladores	2	\$2.000.000	\$4.000.000
Contador (OPS)	1	\$1.500.000	\$1.500.000
Subtotal nómina mensual			\$10.000.000
Maquinaria y equipo			
Montacarga	1	\$50.000.000	\$50.000.000
Prensa hidráulica 40 ton	1	\$59.000.000	\$59.000.000
Báscula plataforma inalámbrica 1 ton	1	\$2.500.000	\$2.500.000
Big bags	10	\$70.000	\$700.000
Cámaras de seguridad	3	\$185.000	\$555.000
Muebles y equipo de oficina			
Mesa de trabajo 110x60	1	\$1.000.000	\$1.000.000
Escritorio + silla	1	\$165.000	\$165.000
Computador de mesa + impresora	1	\$2.500.000	\$2.500.000
Infraestructura			
Alquiler de bodega 80 m ²	1	\$3.800.000/mes	\$3.800.000
Servicios públicos	1	\$1.000.000/mes	\$1.000.000
Total inversión inicial			\$121.220.000

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir del modelo financiero, 2026

La inversión total requerida para la puesta en marcha de la ECA asciende a aproximadamente \$168 millones de pesos. Esta inversión se financia mediante dos fuentes: capital propio y crédito bancario. El capital propio corresponde a \$40,000,000 provenientes de recursos propios de los socios del proyecto. El monto restante se financia mediante crédito bancario a una tasa del 12% efectiva anual, con un plazo de 60 meses. La decisión de establecer un plazo de 60 meses responde a la necesidad de reducir la carga financiera mensual durante la fase inicial de operación, período en el cual el proyecto se encuentra en proceso de consolidación de sus rutas de captación y construcción de relaciones comerciales. Si bien un plazo mayor

implica un mayor pago de intereses total, garantiza mayor liquidez mensual y reduce el riesgo de insostenibilidad operativa en los primeros años. La tasa mínima requerida de retorno para el inversionista (TMRR) se estableció en el 12%, coherente con la tasa del crédito y las condiciones del mercado financiero colombiano.

4.3.5. Inversión en activos

Se contempla una inversión inicial en activos fijos orientada a garantizar el adecuado desarrollo de las actividades operativas, logísticas y administrativas de la organización. La dotación de equipos fue dimensionada de acuerdo con la capacidad proyectada de aprovechamiento de 28 toneladas mensuales en la fase inicial del proyecto, permitiendo optimizar el manejo, almacenamiento y comercialización de los materiales reciclables. Dentro de los activos principales se incluye una prensa hidráulica de 40 toneladas para la compactación de materiales y conformación de balas, un montacarga para facilitar el transporte y apilamiento interno de los residuos aprovechables, y una báscula industrial de plataforma destinada al control cuantitativo de entrada y salida de materiales, contribuyendo a la trazabilidad y seguimiento operativo de la ECA. Asimismo, se contempla una mesa de trabajo para apoyar las labores de clasificación manual y un conjunto básico de equipos administrativos, conformado por computador, impresora y escritorio, necesarios para el registro documental, la facturación y el control contable de la operación.

Tabla 16

Inversión de activos

ECA MUNICIPAL			
INVERSIÓN ACTIVOS			
	Valor total del activo	Años de vida útil	Depreciación y amortización
MUEBLES Y ENSERES Y EQUIPO DE OFICINA			

Mesa de Trabajo de 110x60	1.000.000	0	0
Escritorio + silla	165.000		
	0	0	
SUBTOTAL	1.165.000		0
MAQUINARIA Y EQUIPO			
Prensa hidráulica de 40 ton	59.000.000	0	0
Báscula de plataforma Inalámbrica Industrial 1 Ton	2.500.000		
Big bags	700.000		
Cámaras de seguridad	550.000		
SUBTOTAL	62.750.000		0
VEHICULOS			
Montacarga	50.000.000	5	10.000.000
SUBTOTAL	50.000.000		10.000.000
EQUIPO DE COMPUTO			
Computador de mesa + impresora	2.500.000	3	833.333
SUBTOTAL	2.500.000		833.333
TOTALES	116.415.000		10.833.333
INVERSIÓN CAPITAL DE TRABAJO			
Capital de trabajo	18.805.437		
Inventarios	32.791.667		
TOTAL, INVERSIÓN INICIAL	168.012.103		

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir del modelo financiero, 2026

4.3.6. Egresos

Los egresos proyectados para el primer año de operación de la Empresa de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) ascienden a \$433,1 millones, distribuidos principalmente entre costos variables, costos fijos y gastos operativos. El componente de mayor participación corresponde a la compra de material reciclable, con un valor de \$220,9 millones en 2026, equivalente al 51% de los egresos totales. Este comportamiento responde a la naturaleza del modelo de negocio de la ECA, basado en la adquisición de materiales aprovechables directamente a recicladores de oficio

y demás proveedores locales a precios de mercado. En segundo lugar, se encuentran los gastos de nómina, estimados en \$120 millones anuales para la contratación de cuatro empleados directos, evidenciando el aporte del proyecto a la generación de empleo formal en el municipio de Galapa. Por su parte, los costos fijos asociados al arriendo de la bodega y al pago de servicios públicos representan \$57,6 millones anuales, manteniéndose relativamente constantes durante el horizonte de evaluación. Adicionalmente, los gastos financieros derivados del crédito presentan una disminución progresiva, pasando de \$13,5 millones en 2026 a \$1,9 millones en 2030, debido al proceso de amortización de la deuda. En términos generales, los egresos muestran un crecimiento promedio anual entre el 7% y el 8%, inferior al crecimiento proyectado de los ingresos, el cual oscila entre el 10% y el 19% anual, situación que favorece el mejoramiento gradual de la rentabilidad y sostenibilidad financiera del proyecto.

Tabla 17*Egresos*

ECA MUNICIPAL					
	EGRESOS				
	2026	2027	2028	2029	2030
Costos variables	220.910.000	243.999.513	272.266.857	309.975.816	368.948.716
Costos fijos	57.600.000	60.019.200	62.299.930	64.480.427	66.737.242
Arriendo de bodega	45.600.000	47.515.200	49.320.778	51.047.005	52.833.650
Servicios Públicos (Energía, Internet, y agua)	12.000.000	12.504.000	12.979.152	13.433.422	13.903.592
TOTAL, COSTOS	278.510.000	304.018.713	334.566.786	374.456.244	435.685.958
Gastos operativos	141.098.573	149.772.959	155.338.051	159.956.219	165.798.745
Inscripción cámara de comercio y Rut	600.000	625.200	648.958	671.671	695.180
Gasto por depreciación	10.833.333	10.833.333	10.833.333	10.000.000	10.000.000
Gasto por amortización	0	0	0	0	0
Gasto por impuestos	1.265.240	4.521.625	4.978.833	5.546.929	6.335.130
Gasto por publicidad	9.000.000	9.378.000	9.734.364	10.075.067	10.427.694
Gasto por salarios	120.000.000	125.040.000	129.791.520	134.334.223	139.035.921

Gastos financieros	13.546.064	11.128.022	8.419.815	5.386.623	1.989.448
TOTAL, GASTOS	154.644.637	160.900.980	163.757.865	165.342.842	167.788.193
TOTAL, EGRESOS	433.154.637	464.919.694	498.324.652	539.799.085	603.474.150
Análisis vertical año 1					
Costos variables	51,00%				
Costos fijos	13,30%				
Gastos administrativos	32,57%				
Gastos financieros	3,13%				
Análisis horizontal egresos					
2026					
2027	7,33%				
2028	7,19%				
2029	8,32%				
2030	11,80%				

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir del modelo financiero, 2026

4.3.7. Estado de resultados.

El estado de resultados proyectado para la (ECA) muestra que el negocio inicia su operación en 2026 con pérdidas netas de \$39,6 millones, situación esperada en proyectos que se encuentran en etapa de consolidación operativa y posicionamiento comercial. Durante los primeros años, aunque los ingresos presentan un crecimiento constante, los gastos operativos y financieros aún tienen un peso significativo sobre la estructura del negocio, especialmente por los costos asociados a nómina, funcionamiento y amortización del crédito adquirido para la puesta en marcha de la ECA.

No obstante, a medida que avanzan los años proyectados, se evidencia una mejora progresiva en el desempeño financiero del proyecto. Las ventas crecen de \$393,5 millones en 2026 a \$657,2 millones en 2030, mientras que la utilidad bruta aumenta de \$114,9 millones a \$221,5 millones, reflejando una mayor capacidad de recuperación y comercialización de

materiales aprovechables. Paralelamente, los gastos operativos muestran un crecimiento moderado y los gastos financieros disminuyen gradualmente debido a la amortización del crédito, pasando de \$13,5 millones en 2026 a solo \$1,9 millones en 2030.

Como resultado de este comportamiento, la empresa reduce progresivamente sus pérdidas durante los tres primeros años y alcanza utilidad positiva a partir de 2029, cuando registra una utilidad neta de \$8 millones. Para el año 2030, la utilidad neta asciende a \$34,9 millones, evidenciando que el proyecto logra estabilizarse financieramente y alcanzar una operación rentable en el mediano plazo. En términos generales, la evolución del estado de resultados demuestra que la ECA presenta una curva de crecimiento gradual, donde las pérdidas iniciales son compensadas posteriormente por el incremento sostenido de los ingresos y el mejor aprovechamiento de la capacidad operativa instalada.

Tabla 18

Estado de resultados

ECA MUNICIPAL					
ESTADO DE RESULTADOS					
Concepto	2026	2027	2028	2029	2030
Ventas	393.500.000	434.628.620	484.980.346	552.150.123	657.196.684
Costos	278.510.000	304.018.713	334.566.786	374.456.244	435.685.958
Utilidad Bruta	114.990.000	130.609.907	150.413.559	177.693.880	221.510.727
Gastos operativos	141.098.573	149.772.959	155.338.051	159.956.219	165.798.745
Utilidad antes impuestos e intereses	-26.108.573	-19.163.052	-4.924.492	17.737.661	55.711.982
Gastos financieros	13.546.064	11.128.022	8.419.815	5.386.623	1.989.448
Ingresos financieros	0	0	0	0	0
Utilidad antes de impuestos	-39.654.637	-30.291.074	-13.344.306	12.351.038	53.722.534
Impuestos	0	0	0	4.322.863	18.802.887
Utilidad neta	-39.654.637	-30.291.074	-13.344.306	8.028.175	34.919.647

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir del modelo financiero, 2026

4.3.8. Punto de equilibrio

El análisis del punto de equilibrio para el primer año de operación de la Empresa de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) permite identificar el nivel mínimo de ventas necesario para cubrir la totalidad de los costos y gastos del proyecto, sin generar pérdidas ni utilidades. Para el año 2026, los costos fijos totales ascienden a \$212,2 millones, incluyendo costos administrativos, operativos y financieros asociados a la puesta en marcha de la empresa. A partir de estos valores y considerando un precio de venta promedio de \$1.290.164 por tonelada y un costo variable promedio de \$657.470 por tonelada, el modelo determina un punto de equilibrio de 335 toneladas anuales, equivalentes aproximadamente a 28 toneladas mensuales.

Este resultado indica que la ECA debe comercializar al menos 335 toneladas de material aprovechable durante el año para cubrir completamente sus costos y gastos operacionales. En términos prácticos, el dato evidencia que la capacidad operativa proyectada para la fase inicial del proyecto coincide con el volumen mínimo requerido para sostener financieramente la operación, lo cual demuestra coherencia entre la planeación técnica y la estructura económica del modelo de negocio. Asimismo, el punto de equilibrio en pesos, estimado en \$432,8 millones anuales, refleja el nivel de ingresos requerido para alcanzar estabilidad financiera. Aunque durante los primeros años la empresa presenta pérdidas contables, este análisis muestra que, conforme aumente el volumen de recuperación y comercialización de residuos aprovechables, la ECA podrá superar el umbral de equilibrio y consolidar su rentabilidad en el mediano plazo.

Tabla 19*Punto de equilibrio*

COSTOS FIJOS:	2026	PRECIO DE VENTA	2026
		Precio de venta promedio	1.290.164
Costos fijos	57.600.000		
Gastos operativos	141.098.573	PRECIO DE VENTA UNITARIO	1.290.164
Gastos financieros	13.546.064		
Impuestos	0	PUNTO DE EQUILIBRIO	2026
TOTAL, COSTOS FIJOS	212.244.637	EN UNIDADES (Costos fijos / pvu - cvu)	335
		- ANUAL	
COSTOS VARIABLES	2026	EN UNIDADES (Costos fijos / pvu - cvu)	28
		- MENSUAL	
Costo variable promedio	657.470	EN PESOS (Costos fijos / 1 - MCU) -	432.800.861
		ANUAL	
TOTAL, COSTOS	657.470	EN PESOS (Costos fijos / 1 - MCU) -	36.066.738
VARIABLES		MENSUAL	

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir del modelo financiero, 2026

4.3.9. Flujo de caja

El flujo de caja proyectado para la Empresa de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) evidencia que el proyecto presenta una etapa inicial de recuperación financiera lenta durante los primeros años de operación. Aunque las ventas muestran un crecimiento sostenido entre 2026 y 2030, pasando de \$393,5 millones a \$657,2 millones, los altos costos operativos y el servicio de la deuda generan flujos de caja negativos en los primeros años del proyecto. En efecto, el flujo de caja bruto operativo inicia con valores negativos en 2026 (-\$15,3 millones) y 2027 (-\$8,3 millones), situación asociada principalmente a los costos de operación, la estructura administrativa y el proceso de consolidación comercial de la ECA. Sin embargo, a partir de 2028 el flujo operativo comienza a ser positivo, alcanzando \$46,9 millones en 2030, lo cual demuestra una mejora gradual en la capacidad de generación de efectivo del proyecto.

No obstante, al incorporar las obligaciones financieras derivadas del crédito, el flujo de caja libre del inversionista permanece negativo durante gran parte del horizonte de evaluación, registrando valores entre -\$48,9 millones en 2026 y -\$10,3 millones en 2029, alcanzando un resultado positivo únicamente en 2030 con \$13,2 millones. Este comportamiento indica que, aunque operativamente la empresa logra fortalecerse progresivamente, la carga financiera limita la rentabilidad para el inversionista en el corto plazo.

Los indicadores de evaluación financiera reflejan esta situación. La Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto es de -18,96%, mientras que la TIR del inversionista alcanza -59,58%, resultados asociados principalmente al corto horizonte de evaluación planteado de cinco años, considerando que el proyecto apenas empieza a generar flujos positivos a partir del cuarto año de operación. En este sentido, es probable que, al ampliar el horizonte de evaluación a 8 o 10 años, los indicadores financieros presenten resultados positivos debido a la estabilización operativa y al crecimiento progresivo de los ingresos. Asimismo, aunque el Valor Presente Neto (VPN) del inversionista es negativo (-\$136 millones), el análisis muestra que el flujo de caja operativo ya es positivo desde 2028 y que el punto de equilibrio se alcanza prácticamente desde el primer año, evidenciando que la operación posee viabilidad técnica y sostenibilidad en el mediano plazo.

Tabla 20*Flujo de caja*

ECA MUNICIPAL					
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO					
Concepto	2026	2027	2028	2029	2030
Ventas	393.500.000	434.628.620	484.980.346	552.150.123	657.196.684
Costos	278.510.000	304.018.713	334.566.786	374.456.244	435.685.958
Gastos operativos	141.098.573	149.772.959	155.338.051	159.956.219	165.798.745
Utilidad operativa	-26.108.573	-19.163.052	-4.924.492	17.737.661	55.711.982
Impuesto de renta operativo	-9.138.001	-6.707.068	-1.723.572	6.208.181	19.499.194
Beneficio fiscal financiero	9.138.001	6.707.068	1.723.572	-1.885.318	-696.307
Utilidad operativa después de impuestos	-26.108.573	-19.163.052	-4.924.492	13.414.797	36.909.095
Depreciación y amortización	10.833.333	10.833.333	10.833.333	10.000.000	10.000.000
Flujo de caja bruto operativo	-15.275.240	-8.329.718	5.908.842	23.414.797	46.909.095
TIR DEL PROYECTO	-18,96%				
VPN DEL PROYECTO	881.272.648				
Servicio de la deuda	20.150.351	22.568.393	25.276.600	28.309.792	31.706.967
Gastos financieros	13.546.064	11.128.022	8.419.815	5.386.623	1.989.448
Flujo de caja libre del inversionista	-48.971.655	-42.026.133	-27.787.573	-10.281.617	13.212.680
TIR DEL INVERSIONISTA	-59,58%				
VPN	-136.043.238				

Fuente: Elaboración propia de los autores a partir del modelo financiero, 2026

Adicionalmente, es importante considerar que este tipo de proyectos ambientales y sociales no debe evaluarse exclusivamente mediante indicadores financieros tradicionales, ya

que generan beneficios adicionales que no son reflejados completamente en el flujo monetario. Entre estos beneficios se encuentran la reducción de residuos enviados al relleno sanitario, el fortalecimiento del aprovechamiento de residuos sólidos, la formalización y mejora de las condiciones laborales de los recicladores de oficio, así como la generación de empleo verde y desarrollo ambiental para el municipio de Galapa.

4.3.10. Conclusión de viabilidad.

En términos generales, el modelo financiero desarrollado para la Empresa de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) demuestra que el proyecto presenta viabilidad económica en el mediano y largo plazo, considerando la tendencia de crecimiento sostenido de los ingresos y la mejora progresiva observada en sus resultados financieros a lo largo del horizonte de evaluación. Aunque durante los primeros tres años se registran pérdidas contables, estas corresponden al comportamiento esperado de una empresa en etapa inicial, la cual debe asumir costos asociados a la puesta en marcha, consolidar sus procesos operativos, fortalecer las rutas de captación de materiales y posicionarse dentro del mercado local de aprovechamiento de residuos reciclables. A partir del cuarto año, el proyecto comienza a generar utilidades positivas y el flujo de caja operativo logra estabilizarse, evidenciando que la operación alcanza condiciones de autosostenibilidad en el mediano plazo. Asimismo, al proyectar el modelo financiero hacia un horizonte superior de 8 a 10 años, se esperaría que indicadores como la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Presente Neto (VPN) presenten resultados favorables, debido al crecimiento constante de los ingresos operacionales y a la disminución progresiva de las obligaciones financieras derivadas del crédito inicial.

Finalmente, la viabilidad económica de la ECA se fortalece al considerar los beneficios sociales y ambientales asociados al proyecto, los cuales trascienden los indicadores financieros tradicionales. Entre estos se destacan la reducción de residuos enviados al relleno sanitario, el fortalecimiento del aprovechamiento de residuos sólidos, la formalización y dignificación de la labor de los recicladores de oficio, así como la generación de empleo verde y desarrollo sostenible para el municipio de Galapa, constituyendo un aporte significativo para la gestión ambiental y el desarrollo local del territorio.

5. CONCLUSIONES.

La presente investigación permitió formular y validar un modelo de gestión integral para la implementación de una Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) en el municipio de Galapa, Atlántico, orientado al fortalecimiento del aprovechamiento de residuos sólidos reciclables bajo un enfoque de sostenibilidad ambiental, inclusión social y viabilidad operativa. A partir del proceso de caracterización realizado con hogares, recicladores de oficio, unidades productivas y empresas recuperadoras, se evidenció que el municipio presenta condiciones favorables para el desarrollo de estrategias de economía circular y fortalecimiento de la gestión integral de residuos sólidos. Los resultados obtenidos permitieron identificar que, aunque actualmente existe actividad de recuperación y comercialización de materiales reciclables en el municipio, esta se desarrolla de manera dispersa, con limitaciones asociadas a la informalidad, baja articulación entre actores y ausencia de una infraestructura local organizada para el aprovechamiento. En este sentido, la propuesta de implementación de una ECA representa una alternativa técnicamente pertinente para optimizar la recuperación de materiales, fortalecer la cadena de aprovechamiento y reducir la disposición final de residuos en relleno sanitario.

Desde el componente social, se evidenció una alta aceptación del modelo por parte de los diferentes actores consultados. La comunidad manifestó disposición hacia la separación en la fuente y entrega de materiales aprovechables, mientras que los recicladores expresaron interés en procesos de formalización y vinculación organizativa. Asimismo, las empresas recuperadoras mostraron apertura frente al establecimiento de alianzas comerciales y técnicas, lo cual fortalece las posibilidades de articulación del modelo con el mercado reciclador existente en el municipio y el departamento.

En el ámbito ambiental, el modelo propuesto presenta un aporte significativo al fortalecimiento del aprovechamiento de residuos sólidos, promoviendo la reincorporación de materiales al ciclo productivo y contribuyendo a la reducción de impactos asociados a la disposición inadecuada de residuos. La implementación progresiva de la ECA permitiría disminuir la presión sobre el relleno sanitario, reducir riesgos de contaminación del suelo y cuerpos de agua, y fomentar prácticas alineadas con los principios de la economía circular y la gestión sostenible de residuos.

En cuanto a la viabilidad económica, el análisis financiero permitió establecer que, aunque el proyecto presenta pérdidas durante los primeros años de operación debido a los costos iniciales de consolidación y financiamiento, el comportamiento proyectado evidencia una mejora progresiva en los ingresos, la utilidad operacional y el flujo de caja. A partir del cuarto año se alcanzan resultados positivos, demostrando que la ECA puede consolidarse como una operación autosostenible en el mediano y largo plazo, especialmente al considerar el crecimiento gradual del mercado de materiales reciclables y la estabilización de los costos financieros.

De manera general, se concluye que el modelo propuesto para la implementación de una Estación de Clasificación y Aprovechamiento en el municipio de Galapa es técnica, social y ambientalmente viable, y presenta condiciones favorables de sostenibilidad económica en el mediano plazo. Además de sus beneficios financieros, el proyecto constituye una estrategia de impacto social y ambiental que puede contribuir al fortalecimiento de la gestión integral de residuos sólidos, la inclusión de recicladores de oficio, la generación de empleo verde y el avance del municipio hacia modelos de desarrollo más sostenibles y circulares.

6. RECOMENDACIONES.

A partir de los resultados obtenidos durante el desarrollo de la presente investigación, se plantean las siguientes recomendaciones orientadas a fortalecer la implementación y sostenibilidad de la Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA) propuesta para el municipio de Galapa, Atlántico:

1. Fortalecer los procesos de educación ambiental y sensibilización comunitaria en el municipio, promoviendo la separación en la fuente y la correcta disposición de residuos aprovechables. La participación activa de los hogares y unidades productivas constituye un factor determinante para garantizar el flujo constante y la calidad de los materiales recuperados.
2. Implementar de manera progresiva el modelo de aprovechamiento propuesto, iniciando con capacidades operativas acordes con las condiciones reales del municipio y ampliando gradualmente la cobertura y capacidad de captación de materiales conforme se consoliden los procesos organizativos y comerciales de la ECA.
3. Promover la formalización e inclusión de los recicladores de oficio dentro de la estructura operativa de la recuperadora, mediante estrategias de capacitación, fortalecimiento organizativo y acompañamiento institucional, con el fin de mejorar sus condiciones laborales y garantizar su participación activa dentro del sistema de aprovechamiento.
4. Establecer alianzas estratégicas con empresas recuperadoras, entidades públicas, instituciones educativas y organizaciones ambientales, que permitan fortalecer los procesos de comercialización, capacitación técnica, apoyo logístico y sostenibilidad operativa de la ECA.

5. Diseñar e implementar rutas selectivas de recolección de residuos aprovechables, especialmente en zonas residenciales y unidades productivas con alto potencial de generación, con el propósito de optimizar la recuperación de materiales y reducir la contaminación asociada a la mezcla de residuos.
6. Mantener mecanismos de control y seguimiento sobre los precios de compra y venta de materiales reciclables, considerando las variaciones del mercado, con el fin de garantizar condiciones comerciales justas y sostenibles para la operación de la ECA y los recicladores vinculados.
7. Gestionar apoyo institucional y acceso a fuentes de financiación pública o privada que permitan fortalecer la infraestructura, adquisición de equipos y ampliación de capacidades operativas de la recuperadora, especialmente durante las primeras etapas de funcionamiento del proyecto.
8. Realizar evaluaciones periódicas del desempeño operativo, ambiental y financiero de la ECA, mediante indicadores de aprovechamiento, recuperación de materiales, generación de empleo y reducción de residuos enviados al relleno sanitario, con el fin de identificar oportunidades de mejora y garantizar la sostenibilidad del modelo.

7. REFERENCIAS

- Alcaldia de santiago de. (20 de 06 de 2019). cali.gov.co. Obtenido de <https://www.cali.gov.co/dagma/publicaciones/140793/residuos-aprovechables/#:~:text=Residuos%20s%C3%B3lidos%20aprovechables,Pl%C3%A1stico>
- Bernal, J. S. (2024). VIABILIDAD DE CREACIÓN DE UNA EMPRESA SOSTENIBLE DESDE EL PUNTO DE VISTA SOCIAL, AMBIENTAL E INCIDENCIA ECONÓMICA, PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS EN LA RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ESPECIALIZADOS EN EL VALLE DEL CAUCA. 1–102.
- Burhan, A. M., y Mahdi, H. A. (2024). The Feasibility Study Report as an Effective Tool to Evaluate Investment Projects: A Solid Waste Treatment Project as a Case Study. Abbas M. Burhan Engineering, Technology and Applied Science Research, 14(1), 12817–12821. <https://doi.org/10.48084/etasr.6676>
- Caicedo-Concha, D. M., Sandoval-Cobo, J. J., Stringfellow, A., y Colmenares-Quintero, R. F. (2021). An evaluation of final disposal alternatives for municipal solid waste through life cycle assessment: A case of study in Colombia. Cogent Engineering, 8(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2021.1956860>
- CARYMA. (07 de 02 de 2025). CARYMA. Obtenido de CARYMA: <https://www.caryma.pe/que-es-una-empresa-de-recogida-de-residuos/#:~:text=Se%20trata%20de%20una%20entidad,el%20menor%20impacto%20ambiental%20posible.>

Castro, I., y Barvo, M. (2023). Estudio de Viabilidad para el Montaje de una Empresa Recuperadora de Residuos Sólido-Aprovechables en el Municipio de Soledad, Atlántico.

CEPAL. (2024). Informe urbano de América Latina y el Caribe 2024.
https://cdi.mecon.gob.ar/bases/docelec/az7066.pdf?utm_source

Creswell, J. W. (2014). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (4th ed.). Sage Publications.

Ecoembes. (15 de 06 de 2020). ecoembes. Obtenido de ecoembes:
<https://reducereutilizarecicla.org/como-se-clasifican-los-residuos/#:~:text=Existen%20tres%20tipos%20de%20clasificaciones,%2C%20hospitalarios%2C%20de%20construcci%C3%B3n>

Ecolec Waste Hub. (10 de 10 de 2025). Ecolec Waste Hub. Obtenido de Ecolec Waste Hub:
<https://ecolec.es/informacion-y-recursos/tipos-de-residuos/domesticos/>

Entel. (2025). digitalizados. Obtenido de digitalizados.entel:
<https://digitalizados.entel.cl/concepto/viabilidad-economica>

Escalante, D. L. C., Rodríguez, E. de J. L., y Ruiz, L. M. M. (2023). Estudio de prefactibilidad Instalación de una estación de clasificación y aprovechamiento (ECA) de residuos sólidos en el corregimiento de San Félix en el año 2023. 1–77.
<https://repository.uniminuto.edu/server/api/core/bitstreams/b7fe340e-421a-4930-bb0d-1f96c766f174/content>

ESPAÑA, H. J. R. (2022). MODELO DE GESTIÓN PÚBLICA EFICIENTE PARA EL SISTEMA INTEGRAL DE RESIDUOS Y DESECHOS SÓLIDOS DEL GAD

MUNICIPAL DE SANTA CRUZ. 016.

<http://repositorio.uisrael.edu.ec/bitstream/47000/2956/1/UISRAEL-EC-MASTER-ADMP-378.242-2022-006.pdf>

FERROVIAL. (10 de 10 de 2025). FERROVIAL. Obtenido de FERROVIAL:

<https://www.ferrovial.com/es/recursos/residuos/#:~:text=Un%20residuo%20es%20cualquier%20material,pueden%20ser%20reutilizados%20o%20reciclados>

FERROVIAL. (10 de 10 de 2025). FERROVIAL. Obtenido de FERROVIAL:

<https://www.ferrovial.com/es/recursos/residuos/#:~:text=Un%20residuo%20es%20cualquier%20material,pueden%20ser%20reutilizados%20o%20reciclados>

Fong, R. C. (29 de 05 de 2017). scielo. Obtenido de scielo:

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-07052017000200411yscript=sci_arttextyutm_source=chatgpt.com

Fonseca, J. C. M., Sua, E. A. R., y Callejas, L. J. M. (2020). Viabilidad Normativa y análisis del impacto económico social y ambiental generado por la asociación de recuperadora Mundo Verde Bogotá. 1–54. <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/6f2f2586-177b-47ff-8f92-cbf1b66fcf39/content>

Gonzales, A. M. (2019). ESTUDIO DE VIABILIDAD COMERCIAL PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA RECUPERADORA DE RESIDUOS SÓLIDOS EN EL MUNICIPIO DE SANTA ROSA DE CABAL, RISARALDA. ペインクリニック学会治療指針 2, 1–88.

Hernández-Sampieri, R., y Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill Education.

INTERASEO. (2024). CONTRATO DE CONDICIONES UNIFORMES SERVICIO PÚBLICO DE ASEO.

Mancera, J. c. (2023). MODELO DE NEGOCIO PARA UNA ECA (ESTACION DE CLASIFICACION Y APROVECHAMIENTO) EN EL MUNICIPIO DE GACHETA CUNDINAMARCA. 167–186.

<https://repository.udistrital.edu.co/server/api/core/bitstreams/a1363861-d01f-46ba-8d7c-fafc494872cd/content>

Mandpe, A., Paliya, S., Gedam, V. V., Patel, S., Tyagi, L., y Kumar, S. (2023). Circular economy approach for sustainable solid waste management: A developing economy perspective. Waste Management and Research, 41(3), 499–511. <https://doi.org/10.1177/0734242X221126718>

Martinez, M. A. A. (2023). Evaluación de factibilidad de una innovación tecnológica para la innovación social, una propuesta alternativa para la disposición final de residuos sólidos urbanos en el municipio de Dosquebradas, Risaralda, Colombia. Journal of Engineering Research, 10(1), 1–88. https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/11278/719_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ossa, D. A., Aristizábal, A. J., y Ospina, D. (2020). Comprehensive analysis of solid waste for energy projects in Colombia. Engineering Journal, 24(1), 35–52. <https://doi.org/10.4186/ej.2020.24.1.35>

- Osuna, J. A. S., y Rodríguez Miranda, J. P. (2025). Circular Economy Model for The Use of Recyclable Waste in Tropical Countries. IBIMA Business Review, 2025. <https://doi.org/10.5171/2025.689471>
- Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. International Journal of Morphology, 35(1), 227–232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pulido, D. U., y Mogollón, R. H. (2002). Dialnet-LaTeoriaEconomicaInstitucional-2499446. 1–15.
- Raffino. (06 de 10 de 2025). concepto.de. Obtenido de concepto.de: <https://concepto.de/diagnostico/>
- Real academia española . (10 de 10 de 2025). Diccionario de la lengua española. Obtenido de Diccionario de la lengua española: <https://dle.rae.es/evaluar>
- Real academia española . (2025). Diccionario de la lengua española. Obtenido de Diccionario de la lengua española: <https://dle.rae.es/analizar>
- Real academia española. (2024). Diccionario de la lengua española. Obtenido de Diccionario de la lengua española: <https://dle.rae.es/reciclador>
- Rodriguez, S. A. M., y Morales, A. L. M. (2022). ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA EMPRESA TRANSFORMADORA DE PLÁSTICO POSCONSUMO EN EL MUNICIPIO DE VILLA DEL ROSARIO BAJO EL MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS. Repository.Unilibre, 1–250.

<https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/24082/Tesis>

adriana

lady.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Saving the amazon. (28 de 04 de 2022). savingtheamazon.org. Obtenido de https://savingtheamazon.org/blogs/news/economia-circular-el-circulo-de-valor?utm_source=GoogleAds&utm_medium=DeforestacionColombia&utm_campaign=Blog-Traffic&utm_source=1y&clid=CjwKCAjwrcKxBhBMEiwAIVF8rPKMSN9KDmpoMkbbx8pfwvsdIaAch7QhgAmB_HK9nNdk95KFpftbvlxo

Superservicios. (2023a). Informe Nacional de Disposición Final de Residuos Sólidos 2022. 1–46.

Superservicios. (2023b). Informe sectorial de la actividad de Aprovechamiento 2023.

<https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe-Sectorial-de-la-Actividad-de-Aprovechamiento-2023.pdf>

Toro, V. V. (2023). Estudio de factibilidad Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA)

“Recuperadora MAKAVA.” *Journal of Engineering Research*, 1–41.

Yin, R. K. (2014). *Case study research: Design and methods* (5th ed.). Sage Publications.