

**DISEÑO DE UN MODELO LÓGISTICO INVERSO PARA EL RECICLADO DE  
RESIDUOS APROVECHABLES Y ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO  
PÚBLICO DE LA CIUDAD VALLEDUPAR**



**AUTORES**

DANIELA MARCELA GONZALEZ BARRIOS

JULIO DAVID SORIANO AMAYA

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**VALLEDUPAR – CESAR**

**2024 – I**

**DISEÑO DE UN MODELO LÓGISTICO INVERSO PARA EL RECICLADO DE  
RESIDUOS APROVECHABLES Y ORGÁNICOS GENERADOS EN EL MERCADO  
PÚBLICO DE LA CIUDAD DE VALLEDUPAR**

**AUTORES**

DANIELA MARCELA GONZALEZ BARRIOS

JULIO DAVID SORIANO AMAYA

**DIRECTOR**

FERNANDO ANAYA PAYARES

MSc. SALUD OCUPACIONAL

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLÓGICAS**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA**

**VALLEDUPAR – CESAR**

**2024 – I**

## **DEDICATORIA**

Con mucho amor y gratitud, quiero dedicar este trabajo a mi madre AURISTELA BARRIOS, quien siempre me ha dado su apoyo incondicional, su amor, sabiduría y sacrificio también ha sido mi guía y sostén en cada paso de este viaje. Eres tú la razón de mi perseverancia e inspiración detrás de este gran logro. Asimismo, dedico este esfuerzo a Dios, quien ha iluminado mi camino y me ha dado fuerzas para superar cada obstáculo y alcanzar mis sueños. En sus manos coloco este logro y todos los que están por venir.

**DANIELA MARCELA GONZALEZ BARRIOS**

Este trabajo va dedicado al señor Jesucristo primeramente, sin él nada es posible, también a mis padres JULIO JOSE SORIANO BOHORQUEZ y YAMILIS AMAYA USTARIS, que me siempre me han apoyado en todo momento y a mi querida esposa NATALIA CUELLO HERNÁNDEZ y a mi hija JULIANA SORIANO CUELLO.

**JULIO DAVID SORIANO AMAYA**



## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mi familia, quienes han sido mi roca y mi refugio. A mi tía patricia barrios, a mi tío HERNAN BARRIOS y a BLANCA BECERRA por apoyarme y ser una pieza fundamental en mi camino, a mi hermana KERRY y a mi abuela LUCILA, por su apoyo constante. Su fe en mí ha sido mi motor y su amor, mi sustento.

Mis sinceros agradecimientos a JINETH MANGA, LAURA PEREZ y ZULY POLO compañeras incansables, por compartir conmigo tanto conocimiento y momentos de crecimiento. Su amistad y colaboración han sido fundamentales en cada etapa de este proyecto, y les estoy eternamente agradecido por su paciencia, su dedicación y su pasión. Han sido un pilar invaluable en mi vida académica y personal.

Finalmente, quiero expresar mi gratitud a MEIL VARGAS y a LUIS QUINTERO compañeros de viaje académico, por su colaboración, su espíritu crítico y constructivo, y por los momentos de reflexión y aprendizaje compartidos. Su contribución ha enriquecido este trabajo y ha dejado una huella imborrable en mi formación. Gracias por ser una fuente de motivación y por impulsarme a alcanzar todas mis metas.

DANIELA MARCELA GONZALEZ BARRIOS



## AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a cada uno de ustedes por su invaluable contribución y apoyo a nuestro proyecto. Ha sido emocionante y gratificante, y no podríamos haber alcanzado nuestros objetivos sin su dedicación y compromiso.

Agradezco sinceramente el arduo trabajo de cada miembro de mi equipo, INGENIERO FERNANDO ANAYA, mi admiración absoluta, DANIELA GONZÁLEZ, compañera invaluable, INGENIEROS LORENA SIERRA, LUIS FRANCISO RAMÍREZ y JULIO VEGA, cuya pasión y habilidades fueron fundamentales para supervisar y orientarnos para llevar a cabo este proyecto con éxito. Su creatividad, perseverancia y espíritu colaborativo han sido inspiradores en todo momento.

Finalmente, quiero agradecer a todos los que nos han brindado orientación y consejos a lo largo de este camino.

JULIO DAVID SORIANO AMAYA



## RESUMEN

En el estudio realizado en el Mercado Público de Valledupar (MERCAUPAR), se abordó la gestión de residuos sólidos desde una perspectiva integral, con el propósito de evaluar y mejorar las prácticas existentes hacia un modelo más sostenible y eficiente. La motivación central de esta investigación derivó de la creciente preocupación por las repercusiones ambientales y económicas de la inadecuada gestión de residuos sólidos en áreas urbanas de comercio intensivo. A través de una metodología que combinó encuestas de caracterización, análisis de costos y evaluaciones de sostenibilidad, se procuró no solo entender la producción per cápita de residuos y su clasificación, sino también cuantificar los costos operativos y determinar la viabilidad económica de un modelo de gestión de residuos mejorado para el mercado. Los resultados más significativos revelaron una generación diaria promedio de residuos sólidos de 1484 kilogramos por todos los locales, destacando una distribución casi igualitaria entre residuos orgánicos y aprovechables (25,98% cada uno), residuos peligrosos (24,51%), y no aprovechables (23,53%). Este panorama subraya la necesidad crítica de implementar estrategias dirigidas a la segregación en la fuente, el reciclaje, y el compostaje, promoviendo la sostenibilidad ambiental y la eficiencia operativa. Adicionalmente, el análisis económico detallado de los costos, tarifas y la rentabilidad proyectada del modelo logístico propuesto evidenció una rentabilidad aproximada del 45%. Este resultado demuestra la viabilidad económica de adoptar prácticas de gestión de residuos más sostenibles, no solo para reducir el impacto ambiental sino también para generar beneficios económicos tangibles para los operadores del mercado. Este estudio contribuye de manera significativa al cuerpo de conocimiento sobre la gestión de residuos en mercados públicos, ofreciendo un marco de referencia para la implementación de prácticas sostenibles en otros contextos similares.

**Palabras Claves:** Caracterización de Residuos Sólidos, Gestión de residuos sólidos, Sostenibilidad económica, Modelo logístico inverso

## **ABSTRACT**

*In the study conducted at the Valledupar Public Market (MERCAUPAR), solid waste management was addressed from a comprehensive perspective, with the aim of assessing and improving existing practices towards a more sustainable and efficient model. The central motivation of this research stemmed from the growing concern over the environmental and economic repercussions of inadequate solid waste management in areas of intensive urban commerce. Through a methodology that combined characterization surveys, cost analysis, and sustainability assessments, the study sought not only to understand the per capita production of waste and its classification but also to quantify operational costs and determine the economic viability of an improved waste management model for the market. The most significant results revealed an average daily generation of solid waste of 1484 kilograms by all the locales, highlighting an almost equal distribution between organic and recyclable wastes (25.98% each), hazardous wastes (24.51%), and non-recyclable wastes (23.53%). This scenario underscores the critical need to implement strategies aimed at source segregation, recycling, and composting, promoting environmental sustainability and operational efficiency. Additionally, the detailed economic analysis of costs, tariffs, and the projected profitability of the proposed logistic model showed an approximate profitability of 45%. This result demonstrates the economic viability of adopting more sustainable waste management practices, not only to reduce environmental impact but also to generate tangible economic benefits for market operators. This study significantly contributes to the body of knowledge on waste management in public markets, offering a reference framework for the implementation of sustainable practices in other similar contexts.*

**Keywords:** *Solid Waste Characterization, Solid Waste Management, Economic Sustainability, Inverse Logistic Model*

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	15
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO .....	17
3. OBJETIVOS .....	18
3.1. OBJETIVO GENERAL .....	18
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	18
4. MARCO REFERENCIAL .....	19
4.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
4.2. MARCO TEÓRICO .....	22
4.2.1. Residuos Solidos .....	22
4.2.2. Metodología de logística Inversa .....	24
4.2.3. Residuos Sólidos Generados Per Cápita .....	28
4.2.4. Análisis De Costo – Beneficio .....	29
4.3. MARCO CONCEPTUAL .....	29
4.4. MARCO CONTEXTUAL .....	31
4.5. MARCO LEGAL .....	33
4.6. MARCO INSTITUCIONAL .....	38
4.6.1. Generalidades De La Empresa .....	38
4.6.2. Misión y Visión .....	38
4.6.3. Políticas .....	39
4.6.4. Valores .....	39

4.6.5.	Talento Humano .....	39
5.	MARCO METODOLÓGICO .....	41
5.1.	LÍNEA, SUB-LÍNEA Y ÁREA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN .....	41
5.2.	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN .....	41
5.3.	ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN .....	41
5.4.	POBLACIÓN DE ESTUDIO .....	41
5.5.	MUESTRA POBLACIONAL .....	42
5.6.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	42
5.7.	ESTRATEGIA METODOLÓGICA .....	43
	1ra. Etapa. Caracterización De La Producción Per Cápita De Los Residuos Sólidos Ordinarios Generados En Las Actividades De Comercialización Y Venta De Productos En Los Locales Comerciales Del Mercado Público De La Ciudad Valledupar. ....	43
	2da. Etapa. Determinación Del Valor Económico De Los Costos De Manejo Y Tarifas De Recolección De Residuos Sólidos Ordinarios Generados De Acuerdo Con Lo Establecido En La Resolución CRA 853 De 2018, En Los Locales Comerciales Del Mercado Público De La Ciudad Valledupar. ....	44
	3ra. Etapa. Establecimiento De Las Estrategias Del Marco De Desarrollo Del Modelo Logístico Inverso De Reducción De La Generación De Residuos Sólidos Por Los Locales Comerciales En El Mercado Público De La Ciudad Valledupar.....	46
6.	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	48
6.1.	CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS GENERADOS EN LAS ACTIVIDADES DE COMERCIALIZACIÓN Y VENTA DE PRODUCTOS EN LOS LOCALES COMERCIALES DEL MERCADO PÚBLICO DE LA CIUDAD VALLEDUPAR .....	48
6.1.1.	Caracterización De Información A Partir de Encuesta.....	48
6.1.2.	Método Del Cuarteo .....	65

6.2. DETERMINACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO DE LOS COSTOS DE MANEJO Y TARIFAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS GENERADOS DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO EN LA RESOLUCIÓN CRA 853 DE 2018, EN LOS LOCALES COMERCIALES DEL MERCADO PÚBLICO DE LA CIUDAD VALLEDPAR.....	77
6.2.1. Costo De Operatividad Interna .....	77
6.2.2. Valor Tarifario .....	89
6.3. ESTABLECIMIENTO DE LAS ESTRATEGIAS DEL MARCO DE DESARROLLO DEL MODELO LOGÍSTICO INVERSO DE REDUCCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS POR LOS LOCALES COMERCIALES EN EL MERCADO PÚBLICO DE LA CIUDAD VALLEDUPAR. ....	91
6.3.1. Análisis De Sostenibilidad.....	91
6.3.2. Estrategias De La Cadena Logística .....	98
7. CONCLUSIONES.....	111
8. RECOMENDACIONES.....	113
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	115
ANEXOS .....	122
ANEXO A – Carta de Autorización .....	122
ANEXO B – Encuesta de Caracterización .....	123
ANEXO C – Base de Datos de la Encuesta.....	124

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Código de Colores de los Residuos Sólidos en Colombia. ....	23
Figura 2. Etapas del Manejo Integral de los Residuos Sólidos.....	24
Figura 3. Función de la logística Inversa con los Residuos Sólidos.....	25
Figura 4. Caracterización de Residuos Sólidos (R.S). Método del Cuarteo.....	29
Figura 5. Localización Geográfica de la Ciudad de Valledupar, Cesar.....	31
Figura 6. Tipo de Actividad Comercial a la cual se dedican los locales encuestados .....	51
Figura 7. Investigadores aplicando la encuesta de caracterización .....	52
Figura 8. Número de trabajadores vinculados en los locales comerciales .....	53
Figura 9. Nivel educativo del representante legal del negocio o local entrevistado.....	54
Figura 10. Ingreso promedio en frecuencia mensual de los locales participantes.....	55
Figura 11. Porcentaje estimado de la clasificación de desechos evaluados .....	56
Figura 12. Número de locales clasificados por rangos de producción de residuos sólidos.....	57
Figura 13. Datos estadísticos y Producción Per Cápita de kilogramos de residuos sólidos.....	58
Figura 14. Aumento en la producción de residuos sólidos y temporadas específicas.....	59
Figura 15. Estrategias que usualmente aplican los locales del Mercado Público de Valledupar ..	60
Figura 16. Locales que cuentan con servicio de recolección de residuos sólidos .....	61
Figura 17. Número de días adscritos a la prestación de servicio de recolección de residuos .....	62
Figura 18. Vinculación en actividades posteriores con la investigación .....	63
Figura 19. Aplicación efectiva de las encuestas en el Mercado Público de Valledupar .....	64
Figura 20. Tendencia de generación de los Residuos Sólidos en el MERCAUPAR .....	70
Figura 21. Clasificación porcentual de los Residuos Sólidos generados en el MERCAUPAR ....	71
Figura 22. Clasificación para la caracterización de los Residuos Sólidos.....	71
Figura 23. Traslado de los Residuos Sólidos a Zona de Clasificación.....	72
Figura 24. Residuos clasificados y dispuestos para aplicación del método del Tambor.....	73
Figura 25. Producción Per Cápita estimada para el MERCAUPAR.....	74
Figura 26. Representación Gráfica de la Densidad de los Residuos Sólidos .....	76

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Normatividad Aplicable .....	33
Tabla 2. Componentes que integran la encuesta de caracterización.....	48
Tabla 3. Cuantificación Clasificada de los Residuos Sólidos Aprovechables (RSA) .....	66
Tabla 4. Cuantificación Clasificada de los Residuos Sólidos Orgánicos (RSO).....	67
Tabla 5. Cuantificación Clasificada de los Residuos Sólidos No Aprovechables (RSnA) .....	69
Tabla 6. Cálculo de la Densidad de los Residuos Sólidos.....	75
Tabla 7. Cálculo del precio mínimo del costo de comercialización por suscriptor (CCS).....	78
Tabla 8. Cálculo del precio mínimo del costo de barrido, limpieza de vías y áreas públicas, mantenimiento e instalación de cestas (CBICS).....	80
Tabla 9. Recursos Humanos asociados al proyecto para la sostenibilidad.....	91
Tabla 10. Costos Materiales asociados al proyecto para la sostenibilidad .....	94
Tabla 11. Estrategia: Maximizar la Separación y Venta de Residuos Aprovechables .....	98
Tabla 12. Estrategia: Optimizar el Manejo de Residuos Orgánicos .....	101
Tabla 13. Estrategia: Negociar Mejores Precios o Buscar Nuevos Mercados .....	103
Tabla 14. Estrategia: Reducir los Costos Operativos y de Materiales.....	105
Tabla 15. Estrategia: Innovación y Diversificación .....	108

## INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos se han transformado en una alternativa de vida para muchos, sin embargo, sigue siendo un desecho para otros. La baja conciencia que hay en el mundo en cuanto al aprovechar y destinar correctamente los residuos sólidos está convirtiendo de este planeta un basurero y cada vez más hay micro plásticos abundando en la comida prefabricada y de exportación. Esta problemática se aumenta y se ve magnificada por la pobreza y la miseria, pero, sobre todo, por el desconocimiento de cuan valioso puede ser un desecho y como se puede utilizar este subproducto de las actividades cotidianas de muchos en un elemento que garantice la producción de otro elemento que ayude a las necesidades del ser humano.

La problemática de los residuos sólidos es objeto de investigación debido a diversas características que presenta. Por un lado, estos residuos tienen un valor en el mercado y pueden generar nuevas oportunidades laborales. Por otro lado, la contaminación causada por su mala gestión es un problema serio. Esta situación está afectando incluso a los ciclos biológicos y biogeoquímicos de nuestro planeta, que se encuentra cada vez más degradado por la polución generada por los seres humanos.

La gestión adecuada de los residuos sólidos es esencial para cuidar el medio ambiente y promover la sostenibilidad. Sin embargo, lograr una gestión eficiente requiere de la participación de la sociedad y de una educación ambiental efectiva. A pesar de los esfuerzos realizados, sigue siendo necesario concientizar a la población sobre la importancia de reducir, reutilizar y reciclar los residuos sólidos.

Este trabajo, tuvo como enfoque desarrollar estrategias prácticas que permitan mejorar la gestión de los residuos sólidos, a la vez que se promueve la educación ambiental. El principal objetivo alcanzado es para mejorar la gestión de residuos como práctica constante y efectiva, que contribuya a cuidar el medio ambiente y mejorar la calidad de vida de las personas, por lo cual, el desarrollo de este proyecto comenta bases para la continuidad de los procesos encaminados a la reducción sostenible de los residuos sólidos.

Concerniente a esto, esta práctica constó de aplicar el método del cuarteo y cuantificar los residuos sólidos ordinarios (aprovechables, no aprovechables y orgánicos) tomando una submuestra de distintos orígenes internos del Mercado Público de Valledupar.

Así mismo, se procedió a clasificarlos y tomar pesos de estos y registrarlos. También se determinaron densidades y se procedió a estimar costos y tarifas mediante el uso de la resolución CRA 853 del 2018, para finalmente, proponer la ruta crítica del Modelo Logístico Inverso – MLI, de sustentabilidad para actividades de higiene, limpieza y aseo.

En el desarrollo de esta investigación se llevaron a cabo los siguientes objetivos, que concibieron el resultado final del objetivo general. Los objetivos específicos son:

- ✓ Realizar la estimación de la producción per cápita y densidad de los residuos sólidos mediante caracterización por el método de cuarteo obtenidos estadísticamente de los locales comerciales del Mercado Público de Valledupar.
- ✓ Estimar el Valor Económico de Manejo y Recolección específicos mediante la Resolución CRA 853 de 2018 para los Residuos Sólidos Aprovechables y Orgánicos producidos por los locales comerciales del Mercado Público de Valledupar.
- ✓ Establecer las estrategias para Modelo Logístico Inverso de reducción de la generación de residuos sólidos por los locales comerciales del Mercado Público de Valledupar.

Este documento fue elaborado con la última versión de la Guía de presentación de Anteproyectos y Proyectos del Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria. (UNICESAR, 2023).

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los residuos sólidos son la materialización más tangible de los aspectos ambientales que impactan contra la calidad de vida ecosistémica, la biodiversidad y el ser humano. De acuerdo con las Naciones Unidas, en el mundo se recolectan 11.200 millones de toneladas de desechos contribuyendo al 5% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero. (ONU, 2023). En países de ingreso bajo, como algunos que constituyen Latinoamérica, el 81% de los residuos no son aprovechados o destinados correctamente, solo el 13,5% se aprovecha y el 5,5% se composta. (Banco Mundial, 2018).

En la actualidad, en el escalafón de generación de residuos sólidos a nivel regional y en el contexto mundial, más específicamente, América Latina y el Caribe se sitúan en el quinto puesto de siete posibles en cuanto a la producción de desechos sólidos, con un equivalente de 231 millones de toneladas (Banco Mundial, 2018), con un tercio de estos desechos ocupando espacios abiertos como botaderos o en ecosistemas afectando la salud de los habitantes, contaminando el suelo, el agua y también, al aire, puesto que se ha desarrollado capacidad en reciclaje y aprovechamiento de los mismos. (ONU, 2018).

Colombia, como país geopolíticamente estratégico y en aras de recuperar su estatus como país en vía al desarrollo (Semana, 2020) presenta cartas para mejorar la calidad de vida de los habitantes, sin embargo, es visible el problema interno con la generación de residuos sólidos, cuando se genera aproximadamente 11,6 millones de toneladas por año, de los cuales, solo el 43% son no aprovechables y mal destinados. (Monterrosa, 2019).

Una de las regiones más afectadas por los desechos sólidos es la caribe y en especial el mar que se ha transformado en un vertedero matutino por las actividades matutinas, cotidianas y económicas a las cuales se dedican las personas. Entre el 70 al 85% de la basura es arrojada al mar y se compone mayoritariamente de residuos sólidos aprovechables constituidos principalmente por el plástico, el más preocupante de todos los caracterizados. (UNEP / Oceans & Seas, 2019).

Con esta información, se da cabida a la problemática prioritaria que aqueja a todos los habitantes del país, aunque también la falta de conciencia es una situación que poco a poco ha ido ganando competencia entre todos y todas, pero no es tan rápida de adquirir como tan rápido se genera los residuos sólidos, sin embargo, también puede ser asociado a una carencia de la institucionalidad y la autoridad para ejercer poder y deber ser desde la educación. (Acosta & Ibañez, 2017).

En la ciudad de Valledupar, la problemática de los residuos sólidos es una situación crítica que se manifiesta de diferentes maneras. Por un lado, se presentan depósitos clandestinos de residuos sólidos de construcción, demolición y poda en lotes y solares alrededor del perímetro urbano que afectan la calidad paisajística y deterioran la salud ecosistémica. (El Pilón, 2022).

Por otro lado, la zona del Mercado Público de Valledupar se ve afectada por una crisis en el manejo y la disposición adecuada de los residuos sólidos, lo que genera malos olores, residuos líquidos, plagas y vectores de enfermedades, así como condiciones de aseo desfavorables, entre otros aspectos ambientales que se deben estudiar, comprender y comunicar. Todo esto reduce el atractivo de los productos ofrecidos y genera dudas sobre su calidad debido a la posible contaminación cruzada.

En este lugar, constituido mayoritariamente por comercio de productos de la industria alimentaria, también se vende productos cárnicos y alimenticios, los cuales, se encuentran en riesgo por la inexistencia de garantías para el control ambiental y sanitario que necesitan. La producción de residuos aprovechables y orgánicos es mayoritaria, no es algo probado, pero si observable, cuando se visita este espacio, por lo cual, la estrategia de un modelo logístico inverso podría funcionar para ayudar a mejorar esas condiciones higiénicas y sanitarias, garantizando polución controlada.

Considerando la problemática de los residuos sólidos en el Mercado Público de Valledupar, se dio respuesta a la pregunta de investigación: ¿cómo diseñar un modelo logístico inverso efectivo para el reciclaje de residuos aprovechables y orgánicos en dicho mercado?

## 2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El diseño de un modelo logístico inverso para el reciclaje de residuos aprovechables y orgánicos generados en el Mercado Público de la ciudad de Valledupar se fundamentó en varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y Políticas Nacionales. En particular, el ODS 11 "Ciudades y comunidades sostenibles" y el ODS 12 "Producción y consumo responsables" proporcionaron un marco de referencia esencial para esta propuesta. Además, se respaldó en la Política Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos de Colombia, que estableció objetivos y líneas estratégicas de acción para la reducción de residuos y la promoción del reciclaje. La normativa específica que sustentó este proyecto incluyó el Decreto 1713 de 2002 y la Resolución CRA 853 de 2018, los cuales proporcionaron las bases legales para la gestión integral de residuos sólidos en establecimientos comerciales.

Por consiguiente, la importancia y finalidad de este proyecto radicarón en la necesidad de abordar la problemática significativa de la gestión de residuos sólidos en el Mercado Público de Valledupar, que afecta la higiene, la sanidad y el medio ambiente. El propósito principal fue diseñar un modelo logístico inverso efectivo que no solo esclareciera criterios de mejorar para la gestión de residuos, sino que también fomentara prácticas más sostenibles en el mercado. Este proyecto resultó pertinente debido a la creciente necesidad de soluciones innovadoras y efectivas para la gestión de residuos, alineadas con los compromisos ambientales y las normativas vigentes.

Los beneficiarios directos del proyecto fueron los comerciantes del Mercado Público de Valledupar, quienes mejoraron prácticas de higiene y sanidad, además de reducir costos en la gestión de residuos. La comunidad en general también se benefició de un entorno más limpio y saludable, promoviendo la sostenibilidad. El modelo logístico inverso seleccionado permitió una gestión más eficiente y sostenible de los residuos, optimizando la cadena de suministro y maximizando el valor de los materiales reciclables. Este estudio aportó datos actualizados sobre la generación de residuos y un análisis detallado de los costos asociados, presentando un enfoque innovador para implementar un modelo logístico inverso en un mercado público, diferenciándose de investigaciones previas.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un Modelo Logístico Inverso para el Reciclado de Residuos Aprovechables y Orgánicos Generados en el Mercado Público de la Ciudad Valledupar.

#### 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Caracterizar la producción per cápita de los residuos sólidos ordinarios generados en las actividades de comercialización y venta de productos en los locales comerciales del Mercado Público de la Ciudad Valledupar.

Determinar el valor económico de los costos de manejo y tarifas de recolección de residuos sólidos ordinarios generados de acuerdo con lo establecido en la Resolución CRA 853 de 2018, en los locales comerciales del Mercado Público de la Ciudad Valledupar.

Establecer las Estrategias del Marco de Desarrollo del Modelo Logístico Inverso de reducción de la generación de residuos sólidos por los locales comerciales en el Mercado Público de la Ciudad Valledupar.



## 4. MARCO REFERENCIAL

### 4.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Considerando el orden jerárquico desde un modelo top-down, se procederá a representar información de los antecedentes de la investigación, con un contexto de aplicación internacional y nacional.

#### *Antecedentes Internacionales.*

Nawzad, Bilal y Kareem (2019) desarrollaron el trabajo denominado "Diseño de una red de logística inversa para la gestión de residuos sólidos domésticos en Sulaimani, región del Kurdistán de Iraq", y se llevó a cabo con el objetivo de diseñar una red de logística inversa para la gestión de residuos sólidos domésticos en la región de Sulaimani, en el Kurdistán iraquí. La investigación se enfocó en analizar las alternativas más eficientes y efectivas para la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos domésticos en la región. Para ello, se utilizó una metodología de diseño de redes de logística inversa que incluyó la identificación de puntos de recolección, la definición de rutas de transporte y la selección de alternativas de disposición final. Los resultados del estudio mostraron que la aplicación de la red de logística inversa permitió mejorar la eficiencia y efectividad de la gestión de residuos sólidos domésticos en la región de Sulaimani, reducir los costos asociados y minimizar el impacto ambiental de los residuos. El aporte principal de este antecedente para la investigación es principalmente metodológico, ya que presenta un modelo de diseño de redes de logística inversa que puede ser adaptado a otras regiones y establecimientos.

Ahmad, Ahsan, y Usmani, Jawed (2017) llevaron a cabo el trabajo titulado "Modelo de optimización para la gestión de residuos sólidos en una zona urbana: Un estudio de caso de la ciudad de Aligarh, India", con el objetivo de desarrollar un modelo de optimización para la gestión de residuos sólidos en la ciudad de Aligarh, India. La investigación se enfocó en analizar las alternativas más eficientes y efectivas para la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos en la ciudad. Para ello, se utilizó una metodología de modelado matemático de la gestión de residuos sólidos que incluyó la identificación de puntos de recolección, la definición de

rutas de transporte y la selección de alternativas de disposición final. Los resultados del estudio mostraron que la aplicación del modelo de optimización permitió mejorar la eficiencia y efectividad de la gestión de residuos sólidos en la ciudad de Aligarh, reducir los costos asociados y minimizar el impacto ambiental de los residuos. El aporte principal de este antecedente para la investigación es principalmente metodológico, ya que presenta un modelo de optimización de la gestión de residuos sólidos que puede ser adaptado a otras regiones y establecimientos.

Huisingh, Donald y Ramos-Mejia, Amanda (2015) desarrollaron el trabajo denominado "Logística Inversa para la Gestión de Residuos Orgánicos en Supermercados: Un Estudio de Caso en Cataluña, España" el cual se llevó a cabo con el objetivo de analizar la aplicación de un modelo de logística inversa en la gestión de residuos orgánicos en supermercados de la región de Cataluña, España. Para esto, se caracterizaron los residuos generados en los supermercados y se aplicaron técnicas de logística inversa para su gestión y disposición final, como la recolección selectiva, la separación de residuos y el compostaje. El propósito de la investigación fue reducir los costos y minimizar el impacto ambiental de los residuos orgánicos. Los resultados del estudio mostraron una reducción significativa en los costos de manejo y disposición final de los residuos orgánicos generados en los supermercados de la región, y se logró una mejora en la eficiencia y efectividad de la gestión de dichos residuos. Por lo tanto, el aporte de este antecedente a la investigación es principalmente metodológico, ya que presenta un modelo de gestión de residuos orgánicos que puede ser adaptado a otras regiones y establecimientos comerciales.

#### *Antecedentes Nacionales.*

Arrieta, C. (2022), desarrolló la investigación titulada Diseño de un Sistema de Logística Inversa de Manejo de Residuos en la Empresa Liteyca en la Ciudad de Sincelejo, Sucre; para optar el título de Tecnólogo en Logística Industrial, en la Universidad Abierta y a Distancia, con la finalidad de identificar las operaciones y actividades que realizan dentro de la empresa en las cuales se puedan implementar mecanismos de logística inversa dentro de la cadena de suministro. Esta investigación se llevó a cabo en tres (3) etapas; en primer lugar, el autor realizó una caracterización del funcionamiento de los procesos internos, para luego describir el manejo que se le dan a los residuos sólidos generados en los procesos de operación, identificando las políticas,

prácticas y disposición final de estos residuos y finalmente el autor propuso actividades que conllevan al manejo de los residuos tomando como guía la logística inversa con la finalidad de generar más valor a la empresa. Los resultados obtenidos parten desde una aceptabilidad del modelo de logística inversa, ya que podría ayudar a la empresa a generar nuevos ingresos económicos a través de la venta de carretes y estibas, además de la recuperación de los residuos con el objetivo de tener una transformación y sacar el potencial de sus propiedad con la generación de un nuevo producto y poder comercializarlo. Los aportes directos a esta investigación es la metodología empleada para la empleabilidad del modelo de logística inversa para el aprovechamiento y transformación de residuos para la generación de nuevos ingresos económicos para una empresa.

Murra, J. (2017), desarrolló la investigación titulada Diseño de un Modelo Para la Gestión Integral de Logística Inversa en el Manejo de Residuos Hospitalarios, Bajo un Enfoque de Programación Lineal Entera Multicriterio; para optar el título de Master en Ingeniería, en la Universidad Tecnológica de Bolívar, con la finalidad de formular un plan de gestión integral de logística inversa para darle un manejo sostenible a los residuos hospitalarios, para prevenir y controlar los impactos negativos sobre el medio ambiente. Esta investigación se llevó a cabo en cuatro (4) etapas. Donde primeramente el autor realizó una investigación previa acerca de las principales contribuciones en materia de logística inversa para optimizar el manejo de los residuos sólidos, en segunda instancia efectuó un diagnóstico del sistema de gestión en un centro hospitalario para establecer variables de flujo y parámetros que se asocian a la parte ambiental y económica, posteriormente, se estableció un modelo matemático multicriterio para lograr una optimización en el proceso de recolección y disposición de los residuos sólidos, por último, se validaron los resultados del modelo de optimización multicriterio. Los aportes directos al presente estudio son la utilidad que se emplea para emplear la estrategia de logística inversa, para el aprovechamiento y mejora de los residuos hospitalarios, además, basándose en la implementación de un modelo matemático como complemento.

Aguirre, Ana y Cárdenas, Maritza, (2017) llevaron a cabo el trabajo titulado " Modelo de gestión de residuos sólidos en plazas de mercado: Caso de estudio Plaza Minorista de Medellín, Colombia" (2017), con el objetivo de desarrollar un modelo de gestión de residuos sólidos para la

Plaza Minorista de Medellín, Colombia. La investigación se enfocó en analizar las alternativas más eficientes y efectivas para la recolección, transporte y disposición final de los residuos sólidos generados en la plaza de mercado. Para ello, se utilizó una metodología de investigación de campo que incluyó la caracterización de los residuos sólidos, la identificación de los puntos críticos de generación y la propuesta de alternativas de gestión y disposición final. Los resultados del estudio mostraron que la aplicación del modelo de gestión permitió mejorar la eficiencia y efectividad de la gestión de residuos sólidos en la Plaza Minorista de Medellín, reducir los costos asociados y minimizar el impacto ambiental de los residuos. El aporte principal de este antecedente para la investigación es principalmente práctico, ya que presenta un modelo de gestión de residuos sólidos que puede ser adaptado a otras plazas de mercado y establecimientos comerciales.

## **4.2. MARCO TEÓRICO**

### **4.2.1. Residuos Sólidos**

Según el Decreto 4741 de 2005, residuo o desecho sólido es todo objeto, material, sustancia, componente o producto en estado sólido o semisólido, o en forma líquida o gaseosa contenido en un recipiente o residuo, donde el generador rechaza, desecha, o lo distribuye porque sus propiedades no permiten su reutilización en la actividad que lo generó, o porque la legislación o normativa aplicable así lo exige. (IDEAM, s.f.)

Los residuos sólidos son materiales que se desechan después de su vida útil y por lo general no tienen valor económico por sí mismos. Consisten principalmente en materiales de desecho utilizados en la producción, procesamiento o uso de consumibles. Todos estos residuos sólidos, en su mayor parte, tienen potencial para ser reutilizados o transformados mediante un reciclaje adecuado. Los principales "productores" de residuos sólidos son los ciudadanos de las grandes ciudades, en proporciones muy altas, sobre todo porque hoy en día existe tan poca conciencia sobre el reciclaje. (Rivas, 2018)

#### **4.2.1.1. Clasificación de los Residuos Sólidos**

La clasificación de los residuos sólidos es variada puesto que depende de la terminología que se aplique además que no solo se generan en las ciudades si no también en la parte rural o

donde el humano tenga una interacción con el medio ambiente. (Rivas, 2018) Los tres criterios as empleados para hacer la clasificación de los residuos sólidos son:

- De acuerdo con su peligrosidad de los residuos
- Según el origen de los residuos
- y, según su composición

Con el fin de mejorar la separación en la fuente, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MINAMBIENTE, 2020) ha introducido un nuevo tipo de color para hacer más efectivo el uso y tratamiento de los residuos sólidos.

Figura 1. Código de Colores de los Residuos Sólidos en Colombia.



Nota: Tomado por Autores, 2023 de *Residuos Profesional* (Colombia tendrá un código de colores para el reciclaje unificado en todo el país, 2020)

Los colores se definen de acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2022:

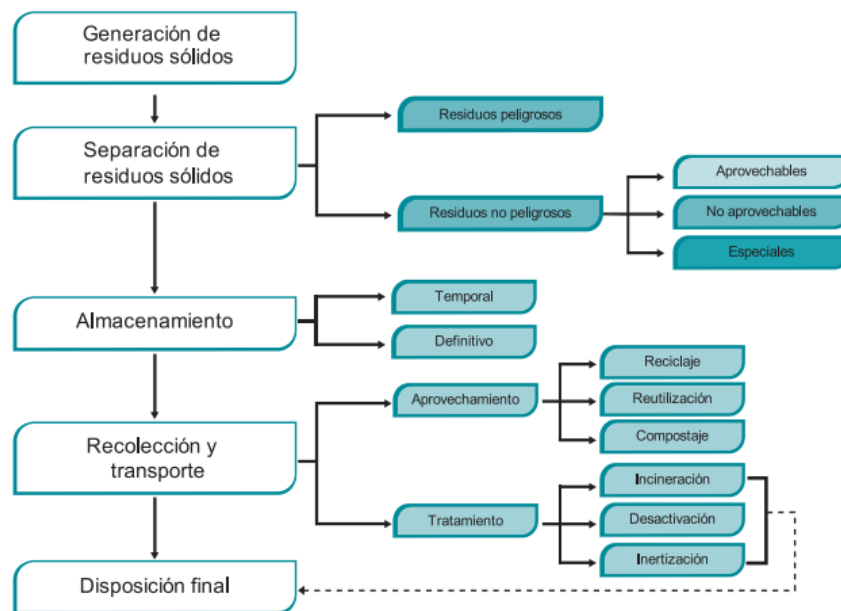
- **Blanco:** Son los residuos aprovechables como el plástico, vidrio, metales, papel y cartón, se deben disponer secos y limpios.
- **Negro:** Son los residuos No aprovechables, como el papel higiénico, servilletas, papeles metalizados y cartones contaminados con comida, entre otros.
- **Verde:** Son los residuos orgánicos aprovechables.

- **Bolsa Roja:** Única y exclusivamente para residuos hospitalarios y similares, que contengan bacterias, parásitos, virus, hongos, entre otros.

#### 4.2.1.2. Manejo de los Residuos Sólidos

La gestión de residuos sólidos incluye todas las actividades prácticas u operativas relacionadas con la gestión de residuos sólidos desde su origen hasta su destino final. (Ochoa, 2009). Se describe a continuación la situación actual de las etapas que conforman este sistema para algunos países de América Latina y el Caribe:

Figura 2. Etapas del Manejo Integral de los Residuos Sólidos



Nota: Tomado de la Guía para el Manejo Integral de Residuos del Área Metropolitana de Medellín por la Universidad Pontificia Bolivariana (2008).

#### 4.2.2. Metodología de logística Inversa

La logística inversa gestiona el retorno de productos, materiales, residuos y más a la cadena de suministro de forma eficiente, eficaz y rentable. Es responsable de la recuperación y reciclaje de equipos, envases y residuos peligrosos, así como de la devolución de consumidores y productos que ya no se utilizan, con el fin de aumentar su valor y evitar su acumulación, lo que minimizará todos los costes. de la compañía. (Iglesias, 2018)

En este caso, es importante considerar que la valorización de los residuos se realice a la mayor escala posible. Es decir, buscan empleo en el sector de abastecimiento, otros medios del mercado secundario y, en última instancia, su destrucción, especialmente para aquellos que puedan tener la influencia del medio ambiente. (Castellanos, 2015)

La logística inversa se ha convertido en una importante herramienta para que las empresas sean eficientes y competitivas de acuerdo con las necesidades del mercado actual. Por otro lado, los efectos positivos que la propiedad tiene sobre el medio ambiente. (Castellanos, 2015)

Figura 3. Función de la logística Inversa con los Residuos Sólidos.



Nota: Tomado por Autores, 2023 de (¿Cómo funciona la logística inversa y sus beneficios?, 2021)

La logística inversa se aplica en diferentes etapas del ciclo de vida de los residuos sólidos, desde la recolección hasta la distribución y venta de los productos transformados. A continuación, se detallan algunos ejemplos de cómo se aplica la logística inversa en cada una de estas etapas:

**Recolecta de los Residuos Sólidos:** La logística inversa se utiliza en la recolección de residuos sólidos a través de la implementación de sistemas de recolección selectiva, donde los

residuos son separados en diferentes categorías para su posterior procesamiento y transformación. Estos sistemas también pueden incluir la recogida de residuos directamente de los hogares o empresas por medio de camiones o contenedores específicos.

**Reciclaje de los Residuos Sólidos:** La logística inversa se aplica en el reciclaje de residuos sólidos mediante la recuperación y reutilización de materiales y productos que ya no son útiles para su uso original. Esta recuperación implica el transporte de los materiales a los centros de reciclaje, donde se clasifican y procesan para su reutilización en nuevos productos.

**Transformación de los Residuos Sólidos:** La logística inversa también se aplica en la transformación de residuos sólidos en nuevos productos mediante la recuperación de materiales y su posterior procesamiento. En este proceso, se pueden utilizar diferentes tecnologías y técnicas para transformar los residuos en productos útiles, como la biomasa para la producción de biocombustibles.

**Distribución de los Productos Transformados:** La logística inversa también se aplica en la distribución de los productos transformados. Esto implica el transporte y distribución de los productos reciclados o transformados a los diferentes puntos de venta o a los consumidores finales.

**Venta de los Productos Transformados al por Menor:** En la venta al por menor de los productos transformados, la logística inversa se aplica mediante la gestión y el transporte de los productos reciclados o transformados a los diferentes puntos de venta. Además, también se puede aplicar en la gestión de las devoluciones y en la recuperación de los productos que ya no son útiles.

**Consumidor del Producto:** Finalmente, la logística inversa se aplica en la gestión de los productos que ya no son útiles para el consumidor final. Esto implica la gestión de las devoluciones y la recuperación de los productos para su posterior transformación o reciclaje.

#### 4.2.2.1. Ventajas De La Logística Inversa.

La logística inversa brinda diferentes ventajas en distintos sectores, como:

- **Cuidado del medio ambiente:** Reduce el impacto medioambiental como objetivo secundario.

- **Costos más bajos:** Reducir, reutilizar y reciclar es una forma de reducir costos en las empresas
- **Reducir el consumo de recursos:** Reducir el costo de compra y suministro de materias primas.

Para hacer un buen manejo de los residuos sólidos es necesario cuantificar la producción diaria de un distrito, una industria o una ciudad, y al mismo tiempo, es posible saber cómo varía su calidad por clase socioeconómica, ciudad, densidad de población, etc.

Para esta gestión de residuos sólidos se efectúa una caracterización, que ha sido definida por el Decreto 1713 de 2002 como la “Determinación de las características cualitativas y cuantitativas de los residuos sólidos, identificando sus contenidos y propiedades”. Con la finalidad de poder determinar las características de los residuos sólidos y se plantean tres metodologías: Diferencia de pesos y cuarteo; Recolección selectiva, y Caracterización en viviendas.

#### **4.2.2.2. Clasificación De La Cadena Logística Inversa.**

La teoría de la clasificación de la cadena logística inversa fue desarrollada por diferentes autores a lo largo del tiempo. Según esta teoría, existen cuatro procesos principales en la cadena logística inversa, que son los procesos de posconsumo, posventa, posproducción y posdistribución. (Mafakheri, Breton, & Sarmadivaleh, 2013).

- a. Los procesos de *posconsumo* se refieren a la recuperación y gestión de los productos y materiales una vez que han sido utilizados por el consumidor final. (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2013).
- b. Los procesos de *posventa*, por su parte, se refieren a la recuperación y gestión de los productos y materiales que se han devuelto por diferentes razones después de la venta. (Ghiani, Laporte, & Musmanno, 2013).
- c. Los procesos de *posproducción* se refieren a la recuperación y gestión de los materiales y productos que han sido desechados durante el proceso de producción. (Blumberg, Atasu, & Heese, 2018)

- d. Y, finalmente, los procesos de *posdistribución* se refieren a la recuperación y gestión de los productos y materiales que no han sido vendidos y que deben ser retirados del canal de distribución. (Blumberg, Atasu, & Heese, 2018).

La clasificación de la cadena logística inversa es importante para identificar y gestionar eficientemente los procesos necesarios para minimizar el impacto ambiental y maximizar el valor económico de los materiales y productos recuperados en la cadena de suministro. (Genovese, Lenny Koh, Bruno, Esposito, & Jiang, 2018).

Asimismo, permite una gestión más sostenible y responsable de los recursos, reduciendo la cantidad de residuos y disminuyendo el impacto ambiental de la cadena de suministro. (Kannan, Khodaverdi, Olfat, Jafarian, & Diabat, 2013).

#### **4.2.3. Residuos Sólidos Generados Per Cápita**

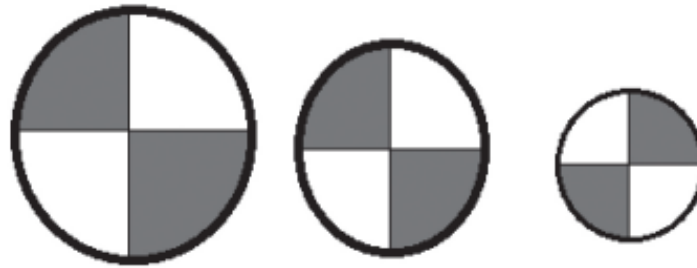
La generación de residuos sólidos por hogar es un indicador relacionado con los patrones de producción, consumo y población de un país. En otras palabras, es la relación entre el crecimiento del balance de residuos, desde el punto de vista de la oferta, con el desarrollo demográfico de todo el territorio de un determinado país en un período de tiempo determinado, pues este índice es anual. (DANE)

La producción de desechos per cápita refleja los cambios en las necesidades de producción y los patrones de consumo de la población de un país durante un período de tiempo; Este símbolo es un signo de contaminación, pero también puede usarse como una indicación del consumo de energía de los materiales existentes. (DANE)

##### **4.2.3.1. Método de Cuarteo**

Este método nos ayuda a conocer la composición de los residuos que ingresan al vertedero desde una ruta específica. Por ejemplo, se puede saber la composición de un determinado estrato, el porcentaje de materia orgánica que puede salir del mercado, la fracción de materia inorgánica que queda sin aprovechar, la cantidad de sustancias inútiles que produce una ciudad, etc. (Montoya, 2012)

Figura 4. Caracterización de Residuos Sólidos (R.S.). Método del Cuarteo.



Nota: Tomado por Autores, 2023 de (Caracterización de Residuos, 2012)

#### 4.2.4. *Análisis De Costo – Beneficio*

Según el Instituto Nacional de Contadores Públicos Autorizados (INCP) de Colombia, la importancia del análisis costo-beneficio radica en la planificación de proyectos de gran escala y ayuda a determinar la viabilidad del proyecto al determinar si los beneficios superan los costos o viceversa. (INCP, 2015).

$$B/C = \frac{\text{Ingresos Totales Netos}}{\text{Costos Totales}}$$

Así, la relación costo-beneficio viene dada por el cociente de los ingresos netos totales y el costo total de un proyecto con todos los presupuestos e información financiera necesarios. (David, Ngulube, & Dube, 2013).

### 4.3. MARCO CONCEPTUAL

**Almacenamiento:** Es el deposito temporal de residuos o desechos peligrosos en un espacio físico definido y por un tiempo determinado con carácter previo a su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento o disposición final. (MinAmbiente, 2005)

**Aprovechamiento:** Es un complemento al servicio público de saneamiento, que incluye la recogida de residuos reciclables, el transporte selectivo a la estación de clasificación y aprovechamiento o a la planta de aprovechamiento, así como la clasificación y pesaje por proveedor. (MINVIVIENDA, 2022)

**Contaminación ambiental:** Alteración del Ambiente con sustancias o formas de energía puestas en él, por actividad humana o de la naturaleza. (MinAmbiente, 2005)

**Disposición Final:** Es el proceso de aislar y confinar los residuos sólidos en especial los no aprovechables, de forma permanente, en lugares especialmente diseñados y seleccionados para evitar la contaminación ambiental y el daño o riesgo a la salud humana. (DANE)

**Economía Circular:** Se presenta como un sistema de aprovechamiento de recursos en el que prima la reducción de factores: Reducir la producción al mínimo estricto, y cuando el producto necesite ser utilizado, apostar por la reutilización de elementos que, por su naturaleza, no pueden ser devueltos al medio ambiente. (Acciona Sostenibilidad, 2019).

**Gestión Integral de Residuos:** Es un conjunto de actividades y normas tendientes a llevar los residuos generados al destino global más adecuado desde el punto de vista ambiental, teniendo en cuenta sus características, volumen, origen, costos de tratamiento, cobrabilidad, recuperación, uso, comercialización y disposición final. (Montoya, 2012)

**Reciclaje:** cualquier proceso en el que los residuos se recogen y transforman en nuevos materiales que pueden utilizarse o venderse como nuevos productos o materias primas. (Asociación Civil Argentina Pro Reciclado del PET)

**Residuos Aprovechables:** Son aquellos residuos sólidos o líquidos que pueden ser reutilizados o transformados incluyéndolos al proceso económico con valor comercial. (MinAmbiente, 2005)

**Residuo sólido o desecho:** De acuerdo con el Decreto 4741 de 2005 un Residuo sólido o desecho es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentre en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula. (MINVIVIENDA, 2005).

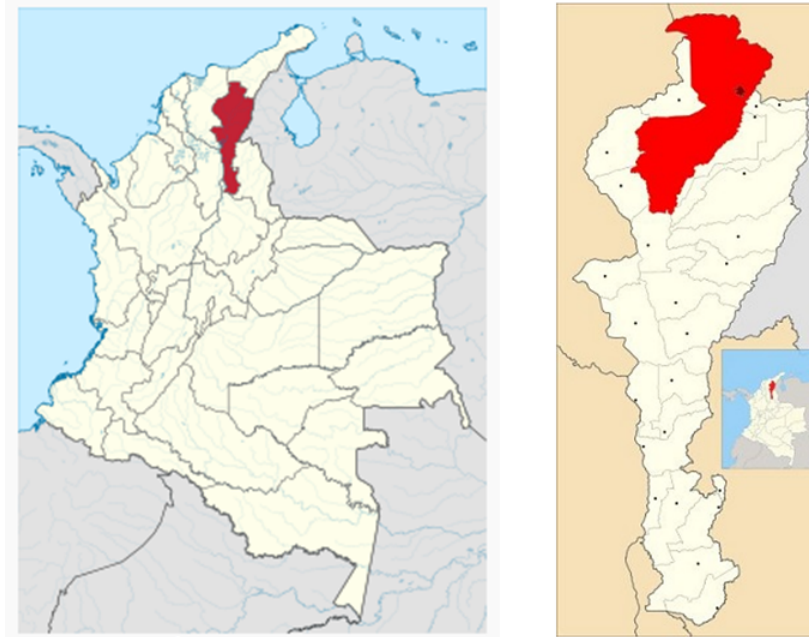
**Separación en la fuente:** Práctica utilizada para separar los diferentes tipos de residuos sólidos, orgánicos, inorgánicos e inservibles. (Alcaldía de Medellín, 2021).

#### 4.4. MARCO CONTEXTUAL

##### Localización Geográfica

Valledupar, capital del departamento del Cesar, está ubicada en la margen occidental del río Guatapurí, al pie de la Sierra Nevada de Santa Marta a los 10 ° 29' latitud norte y 73°15' de longitud al oeste de Greenwich y su temperatura promedio anual es de 28°C. Valledupar, posee una extensión de 4.493 km<sup>2</sup>, representando el 18,8% de la extensión total territorio del departamento del Cesar. El municipio, está compuesto por 25 corregimientos, 102 veredas, 204 barrios y 15 asentamientos. (Plan de Desarrollo Municipal de Valledupar, 2020)

Figura 5. Localización Geográfica de la Ciudad de Valledupar, Cesar.



Nota: Tomado por Autores, 2023 del Sitio Web de la Alcaldía Municipal de Valledupar.

Limita por el Norte con los municipios de San Juan del Cesar y Dibulla, La Guajira, y Santa Marta, Magdalena, por la parte Nororiental con los municipios de La Paz, Cesar y Urumita La Guajira, por el lado Noroccidental con los municipios de Pueblo Bello, Cesar, por el Sur con el

Municipio de El Paso, Cesar, por el lado Suroccidental con los municipios de El Copey y Bosconia, del departamento del Cesar y por la parte Suroriental con el Municipio de La Paz, Cesar. (Plan de Desarrollo Municipal de Valledupar, 2020)

### **Población**

La dinámica del crecimiento y las transformaciones en la composición de la población nacional en los últimos años se ve reflejada en el comportamiento demográfico de la región del departamento del Cesar y el Municipio de Valledupar. (Plan de Desarrollo Municipal de Valledupar, 2020)

En el Mercado público de Valledupar congrega a más de 870 locales comerciales (El Pílon, 2020) y la falta de cultura de las personas que trabajan en este sector y el poco acompañamiento de las entidades municipales y de aseo propicia la disposición inadecuada de los residuos sólidos generados en esta área comercial, y por lo tanto se presentan malos olores y el deterioro paisajístico de este sector. (Santiago & Orozco, 2016)



#### 4.5. MARCO LEGAL

Tabla 1. Normatividad Aplicable

Normativa	Descripción	Aplicación
Constitución Política de Colombia 1991	Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.	La constitución política de Colombia, como regla normativa, regula los aspectos más importantes de nuestro Estado. Garantiza así el derecho a un medio ambiente sano para todos..
Ley 99 de 1993	por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.	Se especifican las funciones que tienen las entidades en concepto de vigilancia y garantías del cuidado de las actividades y procesos relacionados al servicio de aseo.
Ley 09 del 1979	Por el cual dictan medidas sanitarias.	Presenta artículos específicos en materia de la gestión y manejo de los residuos sólidos.

Normativa	Descripción	Aplicación
Ley 142 de 1994	Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.	Establece el punto de partida para la prestación de los servicios domiciliarios y se especifican las medidas organizacionales.
CONPES 3530 de 2008	Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio Público de aseo en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos.	Se presentan lineamientos que se deben adoptar para Colombia en materia de residuos sólidos.
CONPES 3874 de 2016	Política Nacional Para La Gestión Integral De Residuos Sólidos	
Decreto Ley 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	Se presentan los conceptos necesarios para la protección al medio ambiente mediante instrumentos de gestión.
Decreto 1713 de 2002	Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos	La logística inversa puede ayudar a reducir la cantidad de residuos generados y a promover el reciclaje y la reutilización de materiales, lo que puede contribuir a alcanzar los objetivos de reducción y manejo establecidos en la legislación colombiana.

Normativa	Descripción	Aplicación
Decreto 1505 de 2003	Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.	La logística inversa puede ser una herramienta útil para vincular a los ciudadanos en la gestión de los residuos sólidos y para la implementación de estrategias de reutilización y reciclaje, permitiendo la recuperación de materiales y productos que de otra manera serían desechados.
Decreto 838 de 2005	por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones.	La logística inversa puede ser una alternativa útil para la gestión de estos residuos, ya que permite la recuperación de materiales como madera, metales, plásticos y vidrios, que pueden ser reciclados o reutilizados en nuevos procesos constructivos.
Decreto 4741 de 2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.	la logística inversa puede ser una herramienta útil para la gestión de los residuos peligrosos, al permitir la recuperación y reciclaje de materiales y productos que de otra manera serían desechados. La recuperación de estos puede reducir el volumen dispuesto a tratamiento y disposición final, reduciendo el impacto ambiental y los costos asociados con la gestión de estos residuos.

Normativa	Descripción	Aplicación
Decreto 2981 de 2013	Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.	La logística inversa puede ser una herramienta útil para la implementación de estas medidas, al permitir la recuperación y reciclaje de materiales y productos, lo que reduce la necesidad de la generación de nuevos materiales y productos.
Decreto 1076 de 2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Presenta los elementos y herramientas existentes que se deben aplicar para la gestión integral de los residuos sólidos.
Decreto 596 de 2016	Esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones.	Se distingue el enfoque vinculante de un grupo integrado por asociaciones de personas preocupadas por la cuestión de los recicladores comerciales.
Resolución 1045 de 2003	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones	La logística inversa puede ser una herramienta útil para la planificación de estas medidas, con enfoque a la recuperación y reciclaje de materiales y productos, lo que produce un marco para reducir la necesidad de la generación de nuevos materiales y productos

Normativa	Descripción	Aplicación
Resolución CRA 853 de 2018	Régimen y metodología tarifarios aplicable a las personas prestadoras del servicio público de aseo que atiendan en municipios de hasta 5.000 suscriptores y se dictan otras disposiciones.	Se presentan los métodos y consideraciones necesarias para estimar los costos y tarifas de atención de servicio referentes a la recolección, aseo, limpieza, transporte, disposición final y tratamiento.
Norma Técnica Colombiana GTC 24	Gestión ambiental. Residuos sólidos. Guía para la separación en la fuente.	Lineamientos para la separación de los residuos en su punto de generación.

Nota: Tomado de la página oficial del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, sección Normativa.



## **4.6. MARCO INSTITUCIONAL**

### **4.6.1. Generalidades De La Empresa**

Es una empresa prestadora de servicios privados con contratación pública con la Alcaldía Municipal de Valledupar que se encarga de la administración del Mercado de Valledupar y el Pabellón de Venta de Pescados y Cárnicos, así como una sección de más de 800 locales. Actualmente, se encuentra direccionada bajo la gerencia de LILIAN LUCÍA ZABALETA MOLINA, quién recientemente asume el mando de esta empresa y avala la realización de este proyecto de grado (ver Carta en el ANEXO documental “A – Carta de Autorización”).

MERCAUPAR LTDA., se encuentra ubicada en la Avenida Pastrana entre calle 20 y 21 en el barrio La Granja de la ciudad de Valledupar, departamento del Cesar. Legalmente se encuentra registrada bajo el Número de Identificación Tributaria (NIT) 824000755-1, cuenta con menos de 10 trabajadores vinculados directa e indirectamente y opera más de 800 puntos y locales de venta de productos para la seguridad alimentaria de los vallenatos, posee más de 20 años de servicio. Los medios oficiales de comunicación son el teléfono 6055602302 – celular +573045442885, así como el email mercaupar\_ltlda@outlook.com.

### **4.6.2. Misión y Visión**

Misión:

"En MERCAUPAR nos dedicamos a ofrecer una amplia variedad de productos cárnicos, verduras y otros alimentos esenciales de la más alta calidad, promoviendo el comercio local y garantizando la satisfacción de nuestros clientes, contribuyendo al desarrollo sostenible de Valledupar."

Visión:

"Ser reconocidos en 2030 como el principal mercado de Valledupar, líder en la promoción de productos locales, sostenibles y de calidad, así como servicios complementarios a los clientes, transformándonos en un referente de confianza y compromiso con la comunidad."

#### **4.6.3. Políticas**

- Garantizar la frescura y calidad de todos los productos que se ofrecen en el mercado.
- Promover prácticas comerciales justas y éticas con todos nuestros proveedores y clientes.
- Establecer un ambiente seguro y saludable para todos los trabajadores y visitantes.
- Fomentar la sostenibilidad ambiental a través de prácticas de reducción de residuos y reciclaje.
- Apoyar y promover el comercio local, dando prioridad a los productores y proveedores de Valledupar.

#### **4.6.4. Valores**

**Integridad:** Actuar con honestidad y transparencia en todas nuestras acciones.

**Compromiso:** Con la calidad, la comunidad y el desarrollo sostenible.

**Respeto:** Valorar y considerar a todas las personas, independientemente de su rol en el mercado.

**Innovación:** Buscar constantemente formas de mejorar y adaptarse a las necesidades cambiantes de nuestros clientes.

**Trabajo en equipo:** Creer en la fuerza colectiva y en la colaboración para alcanzar nuestros objetivos.

#### **4.6.5. Talento Humano**

**Director General:** Encargado de la gestión global y toma de decisiones estratégicas.

**Gerente de Operaciones:** Supervisa el funcionamiento diario del mercado, incluyendo la logística y la administración.

**Tecnólogo de Calidad y Sostenibilidad:** Asegura que los productos y prácticas cumplan con los estándares de calidad y sostenibilidad.

**Secretaría de Relaciones Comerciales:** Gestiona las relaciones con proveedores y comerciantes, y busca nuevas oportunidades de negocio.

**Equipo de Seguridad y Salud:** Garantiza un ambiente seguro para trabajadores y visitantes.

**Equipo de Atención al Cliente:** Atiende las necesidades y feedback de los clientes.



## 5. MARCO METODOLÓGICO

### 5.1. LÍNEA, SUB-LÍNEA Y ÁREA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN

- **Línea:** Sostenibilidad y Gestión Ambiental
- **Sublínea:** Gestión Integral de Residuos Sólidos y Líquidos
- **Área Temática de la Investigación:** Valoración ambiental y económica de los residuos.

Estas están dispuestas para el Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria en el Acuerdo N°003 del 08 de julio de 2021 “por medio del cual se adoptan las líneas de investigación de los programas de Pregrado de la Facultad de Ingeniería y Tecnológicas sede Valledupar, y se dictan otras disposiciones” para la Universidad Popular del Cesar. (UNICESAR, 2021).

### 5.2. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Considerando el libro de “Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta” (Hernández S. & Mendoza T., 2018), el enfoque de la investigación es cuantitativo, porque se recopilará información que solo se puede expresar de manera numérica y contable, como una medida de escala o nominación de atributos. De esta forma es esta investigación, puesto que se cuantificarán producciones de residuos sólidos a partir de la estimación con métodos que constan de escalas.

### 5.3. ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

Considerando el libro de “Metodología de la Investigación” (Hernández S., Fernández C., & Baptista L., 2014), el alcance de la investigación es descriptivo, puesto que se van a especificar características de un grupo de análisis o estudio como bien lo pueda ser una muestra representativa de la población de residuos sólidos generados en el Mercado Público de Valledupar.

### 5.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO

La población es conocida corresponde a los residuos sólidos ordinarios clasificados como aprovechables, no aprovechables y orgánicos que se originan o se producen en las instalaciones del Mercado Público de Valledupar.

Esta población está definida por el número de puntos de venta, que son aproximadamente 820 locales, pertenecientes a más de 500 comerciantes, los cuales cuentan con un personal de trabajo de aproximadamente 1800 trabajadores, siendo 400 negocios de carácter informal. (Semanario La Calle, 2020).

### 5.5. MUESTRA POBLACIONAL

La muestra será probabilística y dirigida para la población conocida y será seleccionada aleatoriamente y al azar a partir del número de locales que quieran participar de este trabajo conforme a los resultados de la caracterización preliminar y servirá como una medida para la implementación del instrumento de medición y recolección de información primaria. Para esto, se propone la fórmula matemática de Shewhart, W.A. (1939):

$$n = \frac{NpqZ_{\alpha}^2}{e^2(N - 1) + pqZ_{\alpha}^2}$$

Dónde,

n = Tamaño de la muestra

N = Tamaño de la población

z = Valor del nivel de confianza (por ejemplo, 1.96 para un nivel de confianza del 95%)

p = Proporción esperada de la población para la característica de interés

q = Proporción no esperada de la población para las características de interés

e = Margen de error deseado en la estimación de la proporción

### 5.6. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación posee diseño no experimental, de clase longitudinal o evolutivo como análisis evolutivo, puesto que se pretende recopilar información con base a medidas de datos tomados en campo durante un tiempo, que ayude a comprender la dimensión de la producción de residuos sólidos que es un valor variable y que cambia por temporadas comerciales.

## 5.7. ESTRATEGIA METODOLÓGICA

### *Ira. Etapa - Caracterización De La Producción Per Cápita De Los Residuos Sólidos Ordinarios Generados En Las Actividades De Comercialización Y Venta De Productos En Los Locales Comerciales Del Mercado Público De La Ciudad Valledupar.*

#### **Actividad N°1. Caracterización De Información A Partir De Encuesta.**

**Descripción:** Para desarrollar esta actividad, se llevó a cabo una encuesta con el objetivo de obtener información preliminar sobre la generación de residuos sólidos en el Mercado Público de Valledupar (MERCAUPAR). Esta encuesta se estructuró en cuatro componentes clave: información general, cuestionario socioeconómico, producción de residuos sólidos y participación en el proyecto de investigación.

Se encuestaron 86 locales, utilizando una muestra poblacional estadística basada en la formulación matemática de Shewhart (1939), que consideró un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 10%. La encuesta incluyó preguntas sobre el tipo de actividad comercial, el número de empleados, el nivel educativo de los representantes legales, y los rangos de ingresos mensuales. Además, se investigó sobre la cantidad y tipo de residuos generados, el aumento en la producción de residuos durante ciertas temporadas comerciales, y las medidas implementadas para reducir la producción de residuos sólidos.

#### **Actividad N°2. Método Del Cuarteo.**

**Descripción:** Para estimar la producción per cápita de residuos sólidos ordinarios en el Mercado Público de Valledupar, se utilizó el método del cuarteo. Se contó con la participación de 18 locales de los 86 encuestados, tomando una submuestra estadística conforme a la formulación de Shewhart (1939). La muestra inicial consistió en 19,39 kilogramos de residuos sólidos producidos diariamente por los 18 locales, incrementándose en un 24% debido a la variabilidad estacional, alcanzando así 23,53 kilogramos por local al día. Este estudio se extendió durante 15 días, distribuidos estratégicamente para considerar variaciones en la generación de residuos, especialmente durante los fines de semana y días feriados. Los residuos recolectados fueron clasificados en aprovechables, no aprovechables y orgánicos.

Además, se estimó la densidad de los residuos sólidos utilizando el método del tambor. Para ello, se empleó un barril de acero de 55 galones, con un diámetro de 585 milímetros y una altura de 891 milímetros. Los residuos fueron compactados mediante golpeteo lateral y caída vertical, calculando la densidad promedio de 204,35 kilogramos por metro cúbico por local y 29,66 kilogramos por metro cúbico por trabajador al día. Este enfoque permitió obtener una caracterización detallada de los residuos sólidos generados en el mercado, facilitando el análisis de la variabilidad en la producción de residuos y proporcionando datos precisos para mejorar la gestión de residuos en el Mercado Público de Valledupar.

***2da. Etapa - Determinación Del Valor Económico De Los Costos De Manejo Y Tarifas De Recolección De Residuos Sólidos Ordinarios Generados De Acuerdo Con Lo Establecido En La Resolución CRA 853 De 2018, En Los Locales Comerciales Del Mercado Público De La Ciudad Valledupar.***

**Actividad N°3. Costo De Operatividad Interna.**

**Descripción:** Para calcular los costos de operatividad interna en el Mercado Público de Valledupar, se siguieron las fórmulas del Título IV de la Resolución CRA 853 de 2018, que incluyen el Costo Fijo Total (CFT) y el Costo Variable. El CFT se determinó sumando el Costo de Comercialización por Suscriptor (CCS) y el Costo de Barrido y Limpieza de Vías y Áreas Públicas (CBICS). El CCS, calculado con base en el artículo 65 de la resolución, resultó en \$2.182,85 por suscriptor al mes, considerando gastos como salarios del personal administrativo, equipos y costos generales. El CBICS, definido en el artículo 67, se estimó en \$667,60 por suscriptor al mes, incorporando salarios de operarios y costos de equipos menores y herramientas. Así, el CFT totalizó \$2.850,54 por suscriptor al mes.

El Costo Variable se calculó siguiendo el artículo 61 de la resolución, utilizando la fórmula para el Costo Variable por tonelada de Residuos Sólidos Aprovechables (CVNA), que integró el Costo de Recolección y Transporte (CRT), el Costo de Disposición Final Total (CDFT) y el Costo de Tratamiento (CT). El CRT se estimó en \$62.524 por tonelada, el CDFT en \$144.098,25 por tonelada, y el CT en \$100.997,24 por tonelada. Considerando un promedio mensual de residuos de 170,06 toneladas, el CVNA resultó en \$174.147,77 por tonelada.

Finalmente, sumando el CFT, el CVNA y un costo adicional asumido de \$150.000, se estimó un costo total de operatividad interna de \$327.008,31, reflejando el impacto económico de la gestión de residuos sólidos en MERCAUPAR.

#### **Actividad N°4. Valor Tarifario.**

**Descripción:** Conforme al Capítulo X de la Resolución CRA 853 de 2018, la tarifa final por suscriptor se calculó utilizando la fórmula establecida, que integra el Costo Fijo Total (CFT), el Costo Variable por tonelada de residuos sólidos No Aprovechables (CVNA) y el Costo Variable por tonelada de residuos aprovechables (CVA). En este cálculo, se consideraron los valores específicos de \$2.850,54 para el CFT, \$174.147,77 para el CVNA y \$150.000 para el CVA. Estos valores se multiplicaron por las toneladas de residuos no aprovechables (33,94 toneladas) y aprovechables (32,39 toneladas) respectivamente. Además, se aplicó un subsidio del 50% conforme al acuerdo del concejo municipal No. 005 del 23 de mayo de 2018, resultando en una tarifa final ajustada de \$3.031.729,122 para 1184 locales, lo que se traduce en un costo de \$2.600 por local al mes.

La estructura tarifaria destaca la complejidad económica de la gestión de residuos sólidos, diferenciando claramente entre costos fijos y variables. Los costos fijos de \$2.850,54 mensuales cubren gastos invariables como el mantenimiento de equipos y salarios, mientras que los costos variables de \$174.147,77 y \$150.000 reflejan la inversión significativa en el manejo de residuos no aprovechables y aprovechables, respectivamente. Este análisis tarifario no solo subraya la importancia de una gestión eficiente de residuos, sino también la necesidad de políticas públicas que subsidien estos costos para hacerlos accesibles a pequeños productores comerciales, asegurando así la viabilidad financiera y la sostenibilidad del modelo de logística inversa en la gestión de residuos en el Mercado Público de Valledupar.

***3ra. Etapa - Establecimiento De Las Estrategias Del Marco De Desarrollo Del Modelo Logístico Inverso De Reducción De La Generación De Residuos Sólidos Por Los Locales Comerciales En El Mercado Público De La Ciudad Valledupar.***

**Actividad N°5. Análisis De Sostenibilidad.**

**Descripción:** Para el análisis de sostenibilidad económica del proyecto de gestión de residuos en MERCAUPAR, se calcularon las necesidades de recursos humanos y materiales, determinando que los costos anuales ascendieron a \$84.184.000 para recursos humanos y \$279.080.000 para materiales. Utilizando la fórmula de rentabilidad, se determinó que los ingresos totales serían \$726.367.406,2 al año, considerando una tarifa de \$2.600 por local para 1184 locales y un costo total de operación de \$327.008,31. La rentabilidad del proyecto se estimó en aproximadamente 45%, indicando una capacidad para generar ganancias significativas sobre los ingresos totales después de cubrir todos los costos operativos y materiales.

Adicionalmente, se evaluó la generación de residuos sólidos, con un total mensual de 170,060 kilogramos, de los cuales el 19,05% (32.396,43 kg) son residuos aprovechables. La venta de estos residuos aprovechables se desglosó en papel (1,9%), cartón (22,2%), plásticos (75,8%) y metales (0,2%), generando ingresos mensuales de \$14.878.060,48. Este análisis subraya la importancia de maximizar la separación y venta de residuos aprovechables para apoyar la sostenibilidad financiera del proyecto, considerando también posibles estrategias para optimizar el manejo de residuos orgánicos y negociar mejores precios en el mercado de reciclables.

**Actividad N°6. Estrategias De La Cadena Logística**

**Descripción:** Se propusieron varias estrategias para optimizar la cadena logística inversa del Mercado Público de Valledupar (MERCAUPAR), abarcando post consumo, post venta, post producción y post distribución. Una de las estrategias clave fue maximizar la separación y venta de residuos aprovechables, con objetivos de aumentar en un 25% el volumen de residuos recolectados y reducir en un 15% los costos de disposición final en el primer año. Para ello, se planteó instalar 200 contenedores específicos y realizar campañas de concientización con un costo aproximado de \$10,000,000 en material publicitario, involucrando 27 recursos humanos, incluidos 20 operarios de recolección con un salario mensual de \$1,300,000 cada uno.

Otra estrategia significativa fue optimizar el manejo de residuos orgánicos mediante la implementación de sistemas de compostaje y digestores anaeróbicos, con un costo aproximado de \$100,000,000 por unidad, involucrando 14 recursos humanos, incluidos 10 operadores con un salario mensual de \$1,300,000 y un especialista en desarrollo de negocios con un salario de \$4,000,000 mensuales.

Adicionalmente, se propuso negociar mejores precios o buscar nuevos mercados para los residuos aprovechables, con el objetivo de aumentar en un 15% el precio de venta promedio por kilogramo y adquirir al menos 5 nuevos compradores internacionales en el primer año. Esta estrategia incluyó el desarrollo de material de marketing digital y la participación en ferias internacionales, involucrando 7 recursos humanos, incluyendo un gerente de ventas internacionales con un salario de \$5,000,000 mensuales.

También se planteó reducir los costos operativos y de materiales, con objetivos de reducir en un 15% los costos operativos relacionados con la recolección y distribución de residuos y disminuir en un 10% los costos de adquisición de materiales mediante negociaciones efectivas con proveedores. Para ello, se propuso implementar software de gestión logística con un costo aproximado de \$15,000,000 anuales y adquirir equipos de comunicación a \$500,000 por unidad, involucrando 8 recursos humanos, incluidos 2 analistas logísticos con un salario mensual de \$3,500,000 cada uno. Estas estrategias, aunque no implementadas, fueron diseñadas para mejorar la eficiencia operativa y la sostenibilidad económica y ambiental del proyecto.



## 6. RESULTADOS Y ANÁLISIS

A continuación, se presenta la ejecución de las actividades desarrolladas en el Mercado Público de Valledupar (MERCAUPAR), para el cumplimiento de los objetivos específicos detallados en el documento.

### 6.1. CARACTERIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PER CÁPITA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS GENERADOS EN LAS ACTIVIDADES DE COMERCIALIZACIÓN Y VENTA DE PRODUCTOS EN LOS LOCALES COMERCIALES DEL MERCADO PÚBLICO DE LA CIUDAD VALLEDUPAR

#### 6.1.1. Caracterización De Información A Partir de Encuesta

El principal motivo para desarrollar esta caracterización parte de la necesidad de tener información preliminar sobre la generación de los residuos sólidos que se producen en el Mercado Público de Valledupar, de ahora en adelante denominado MERCAUPAR. Además, de otras características que son consideradas importantes para tener una buena perspectiva del panorama en la gestión de los residuos sólidos, por lo cual, esta se integró en cuatro componentes clave, tal como se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 2. Componentes que integran la encuesta de caracterización

1. Información General	2. Cuestionario Socioeconómico
<i>Nombre de la persona.</i>	<i>Nivel educativo.</i>
<i>Identificación.</i>	<i>Rango de ingreso mensual.</i>
<i>Nombre del local.</i>	
<i>Código.</i>	
<i>Tipo de actividad comercial.</i>	
<i>Número de personas que trabajan en el local.</i>	
<i>No. de contacto.</i>	

### 3. Producción de Residuos Sólidos

*Tipo de residuos que genera su local.*

*Cantidad de residuos sólidos generados diariamente.*

*Aumento en la producción de residuos en ciertas temporadas comerciales.*

*Temporadas comerciales con aumento de residuos.*

*Medidas implementadas para reducir la producción de residuos sólidos.*

*Servicios de recolección de residuos sólidos.*

*Frecuencia de servicios de recolección.*

### 4. Participación en el Proyecto de Investigación

*Interés en participar en futuras actividades relacionadas con el proyecto.*

*Preferencia de contacto.*

Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

Cada una de estas variables tiene su previa justificación con base a autores como Casas et. Al. (2002) y Torrado, M. (2004), quienes señalan que la técnica de encuesta se destaca por ser un método eficaz y rápido para la obtención y elaboración de datos, utilizado ampliamente en investigaciones dentro del ámbito sanitario, como lo demuestra el análisis realizado por Casas et al. (2002). Esta metodología ha demostrado su valía al permitir la realización de estudios sobre una diversidad de temas como la satisfacción con los servicios sanitarios, salud general, consumo de sustancias, hábitos alimenticios e higiénicos entre otros.

Además, la encuesta se define por la estandarización de su proceso, que incluye desde la identificación del problema de investigación hasta el análisis e interpretación de los resultados. Este proceso estandarizado es crucial para garantizar la comparabilidad de los datos recogidos, facilitando así el análisis estadístico y la interpretación de los resultados a partir de un conjunto de procedimientos uniformes y bien definidos. La observación indirecta mediante cuestionarios permite explorar, describir, predecir y explicar características de una muestra representativa, extendiendo los hallazgos a una población más amplia.

La etapa de elaboración del cuestionario es fundamental dentro de este proceso, requiriendo una planificación cuidadosa para asegurar la calidad y relevancia de la información recogida, para esta investigación, esta encuesta puede ser visible en el ANEXO documental “B – Encuesta de Caracterización”. Torrado (2004) aporta una dimensión ética esencial al proceso de realización de encuestas, subrayando la importancia de la representatividad de la muestra, la participación voluntaria, el anonimato y la confidencialidad de los participantes. Estos principios éticos son fundamentales para garantizar la integridad de la investigación y la protección de los sujetos involucrados. La ética en las encuestas no solo protege a los participantes, sino que también asegura la validez y confiabilidad de los datos recogidos, evitando sesgos que puedan surgir de prácticas como el engaño o la selección inadecuada de la muestra.

Considerando lo anterior, se toma una muestra poblacional estadística, con la formulación matemática de Shewhart, W.A. (1939):

$$n = \frac{NpqZ_{\alpha}^2}{e^2(N - 1) + pqZ_{\alpha}^2}$$

Dónde,

n = Tamaño de la muestra (a determinar)

N = Tamaño de la población, equivalente a 820 locales

z = Valor del nivel de confianza (por ejemplo, 1.96 para un nivel de confianza del 95%)

p = Proporción esperada de la población para la característica de interés (50%)

q = Es la diferencia de la unidad y la proporción P; q = 1 – p.

e = Margen de error deseado en la estimación de la proporción, asumido de 10%.

$$n = \frac{820 * 0,5 * 0,5 * 1,96^2}{0,10^2(820 - 1) + 0,5 * 0,5 * 1,96^2}$$

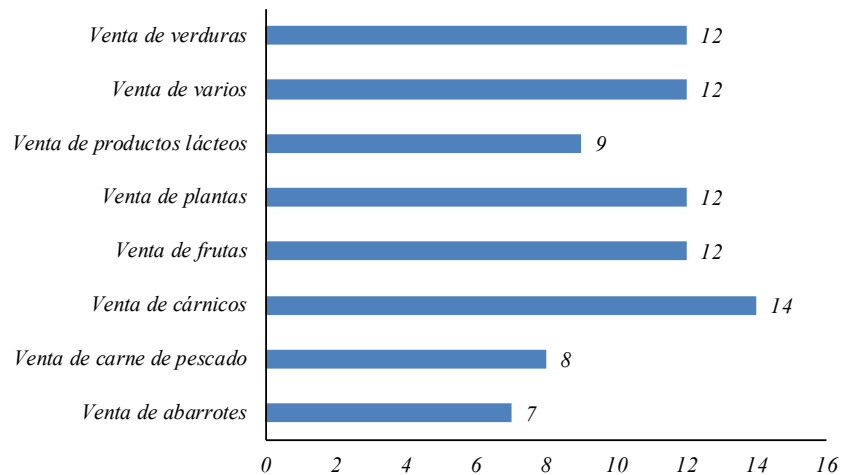
$$n = 86 \text{ locales}$$

Entonces, se llevó la aplicación de la encuesta, tal como se registra en las siguientes evidencias fotográficas que acompañan a los resultados de este apartado:

En el ANEXO documental “C – Base de datos de los resultados de la encuesta”.

Es importante destacar que acá solo se cita la información de interés para entender el comportamiento de los sucesos observados que apoyen y acompañen el comportamiento de generación de residuos sólidos.

Figura 6. Tipo de Actividad Comercial a la cual se dedican los locales encuestados



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

La figura presenta la distribución de tipos de actividades comerciales. De un vistazo, se puede observar que la actividad con la mayor cantidad de locales es la "Venta de cárnicos", con 14 locales dedicados a esta categoría, lo que sugiere que es un componente central o muy demandado en el mercado. En contraste, la "Venta de abarrotos" parece ser la menos común entre las actividades enumeradas, con solo 7 locales, lo que estratégicamente fue decidido conforme a una saturación menor de este tipo de comercio en el área.

Por otro lado, tanto la "Venta de verduras" como la "Venta de varios" y la "Venta de frutas" cuentan cada una con 12 locales, mostrando un equilibrio en la distribución de estos tipos de negocios dentro del mercado. Curiosamente, los locales que se dedican a la "Venta de productos lácteos" son solo 9, lo que los coloca en un punto medio entre los extremos de la "Venta de cárnicos" y la "Venta de abarrotos". Finalmente, la "Venta de carne de pescado" se representa con 8 locales, posicionándose ligeramente por encima del menos común.

En la siguiente fotografía se aprecia evidencia de la aplicación de encuesta:

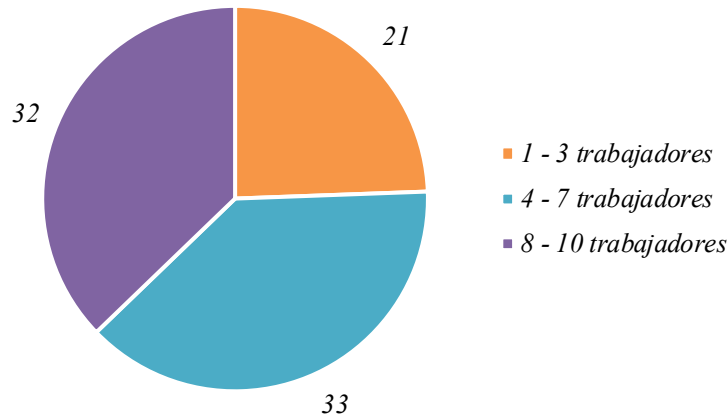
Figura 7. Investigadores aplicando la encuesta de caracterización



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

Aplicar encuestas en el Mercado Público de Valledupar presenta un desafío logístico y de intereses, debido a la congestión y el ruido inherentes, lo que dificulta la comunicación clara durante las entrevistas. Además, la diversidad de actividades comerciales y la variabilidad en la afluencia de público pueden complicar la obtención de una muestra representativa en poco tiempo. Estos factores, combinados con la posible reticencia de los comerciantes a participar debido a su apretada agenda o desconfianza en compartir información, requieren estrategias de acercamiento meticulosamente planeadas para asegurar una tasa de respuesta efectiva, que fue lo que se pudo obtener a través de la gerencia del MERCAUPAR.

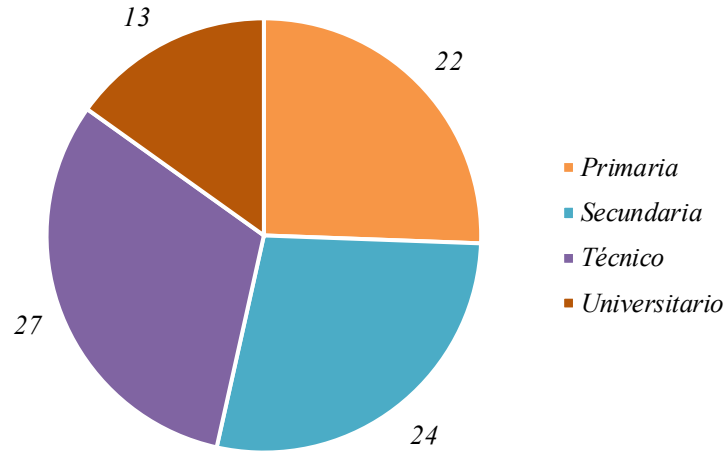
Figura 8. Número de trabajadores vinculados en los locales comerciales



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

El número de personas que trabajan en los locales del mercado refleja una estructura laboral donde predominan grupos pequeños y medianos. La mayoría de los locales tienen entre 4 y 7 empleados (33 locales), seguido de cerca por aquellos con 8 a 10 empleados (32 locales). Esto indica que hay una tendencia hacia la operación de negocios que requieren un equipo de tamaño moderado, lo cual podría ser indicativo de una actividad comercial sustancial que demanda una cantidad significativa de mano de obra para manejar el volumen de trabajo. Los locales que operan con 1 a 3 personas (21 locales) podrían estar especializados en nichos de mercado o ser empresas emergentes que aún no requieren o no pueden sostener un mayor número de empleados, lo que apunta a una diversidad en la escala de las operaciones comerciales dentro del mercado.

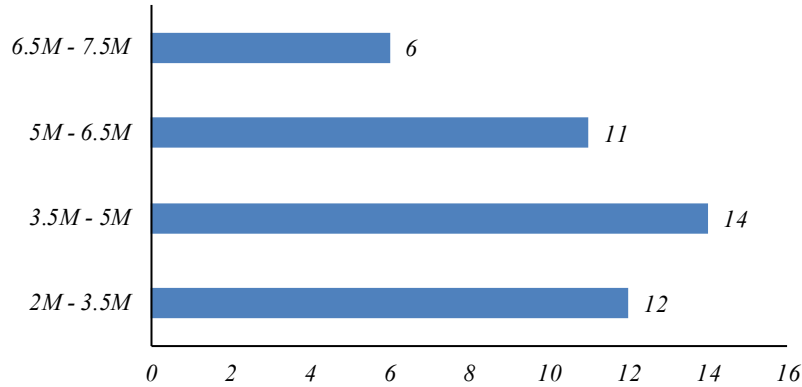
Figura 9. Nivel educativo del representante legal del negocio o local entrevistado



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

En cuanto al nivel educativo, la distribución muestra que la mayoría de los comerciantes o empleados poseen una educación técnica (27), seguida por aquellos con educación secundaria (24). Esto sugiere que el mercado atrae a personas con una formación práctica y aplicada, lo cual es coherente con el tipo de habilidades que se suelen valorar en el entorno comercial. Los que tienen educación primaria (22) también representan una parte significativa, lo que puede reflejar barreras de acceso a niveles educativos más altos o la posibilidad de que el mercado ofrezca oportunidades laborales que no requieren formación avanzada. Los universitarios (13) son los menos representados, lo que podría indicar que las oportunidades de empleo en el mercado no requieren necesariamente un grado universitario, o que aquellos con dicha formación optan por otros sectores.

Figura 10. Ingreso promedio en frecuencia mensual de los locales participantes

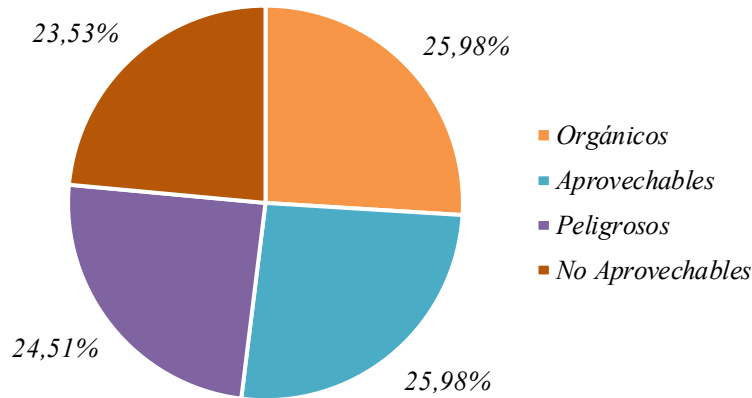


Nota: Elaborado por los Autores, 2024. (M es una sigla para Millón. 2M = 2 millones)

Analizando los rangos de ingresos mensuales, se observa que la categoría de 3.5M a 5M pesos tiene la mayor representación con 14 locales, lo que podría interpretarse como una señal de una economía estable para una cantidad significativa de negocios en el mercado. Los locales que ganan entre 2M y 3.5M, así como aquellos que ganan entre 5M y 6.5M, presentan cifras similares (12 y 11 locales respectivamente), lo que apunta a una distribución relativamente equilibrada de los ingresos en estos rangos. La menor cantidad de locales en el rango de ingresos más alto, de 6.5M a 7.5M (6 locales), podría sugerir una menor presencia de grandes negocios o aquellos con altos márgenes de beneficio, lo que a su vez podría señalar un techo en el potencial de ingresos dentro de las operaciones comerciales del mercado o una mayor competencia que limita el crecimiento del ingreso en este entorno.



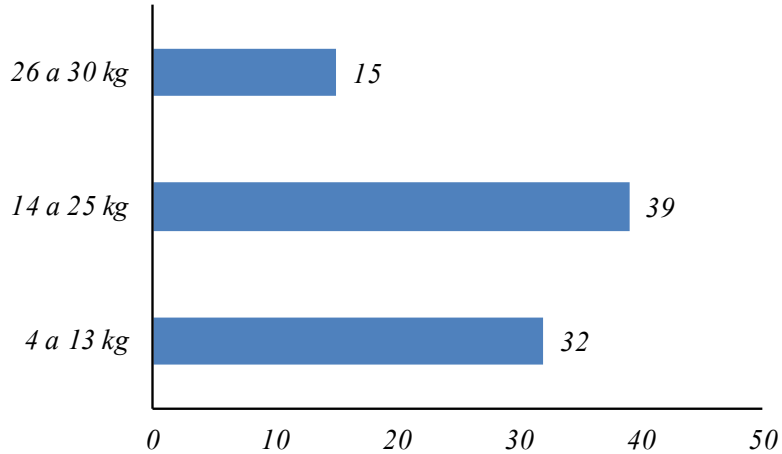
Figura 11. Porcentaje estimado de la clasificación de desechos evaluados



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

En el dinámico entorno del Mercado Público de Valledupar, la gestión de residuos presenta tanto desafíos como oportunidades dada la distribución casi igualitaria de residuos orgánicos y aprovechables, que representan el 25,98% cada uno de la producción total de desechos. Este dato sugiere un fuerte potencial para implementar prácticas sostenibles como el reciclaje y el compostaje. Sin embargo, la gestión se complica con una cantidad significativa de residuos peligrosos (24,51%), que requieren una atención especial debido a los riesgos para la salud y el ambiente, y los residuos no aprovechables (23,53%), que actualmente terminan en rellenos sanitarios o incineradoras. Esta diversidad en la naturaleza de los residuos hace imprescindible la adopción de un enfoque multifacético que combine la educación ambiental, infraestructuras adecuadas y políticas públicas orientadas a la reducción, reutilización y reciclaje de residuos para fomentar un mercado más verde y responsable.

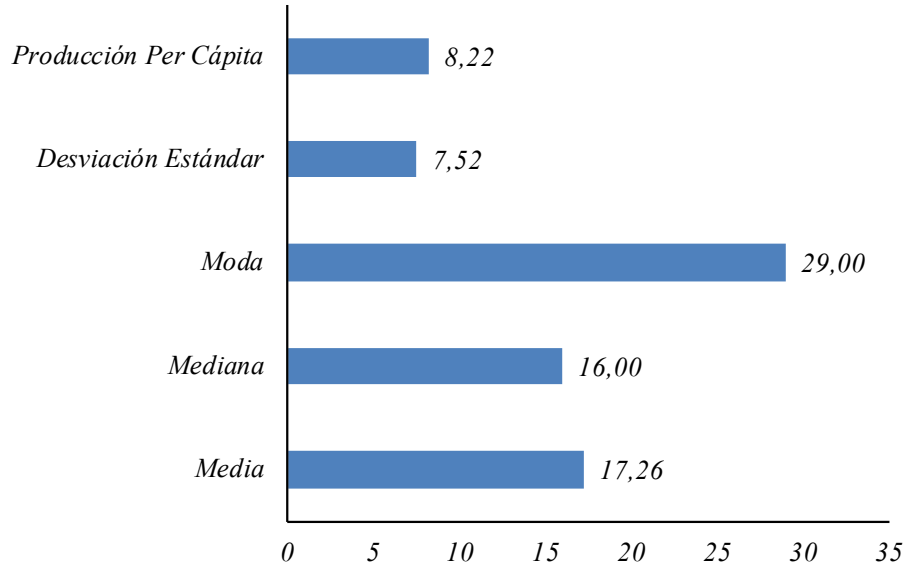
Figura 12. Número de locales clasificados por rangos de producción de residuos sólidos



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

La generación de residuos sólidos diarios en los locales del mercado parece concentrarse principalmente en el rango de 14 a 25 kilogramos, con 39 locales que caen dentro de este grupo. Esta cantidad puede asociarse con un nivel de actividad comercial moderado a alto, lo que indica que estos locales pueden tener un flujo de clientes significativo o que manejan productos que generan una mayor cantidad de residuos, como empaques y desechos orgánicos. Los locales que reportan generar entre 4 y 13 kilogramos diarios representan la segunda mayor proporción (32 locales), lo cual sugiere operaciones más pequeñas o una gestión de residuos más eficiente. Los 15 locales que producen entre 26 y 30 kilogramos diarios pueden estar entre los más grandes del mercado o quizás entre los que tienen prácticas menos sostenibles en la gestión de residuos.

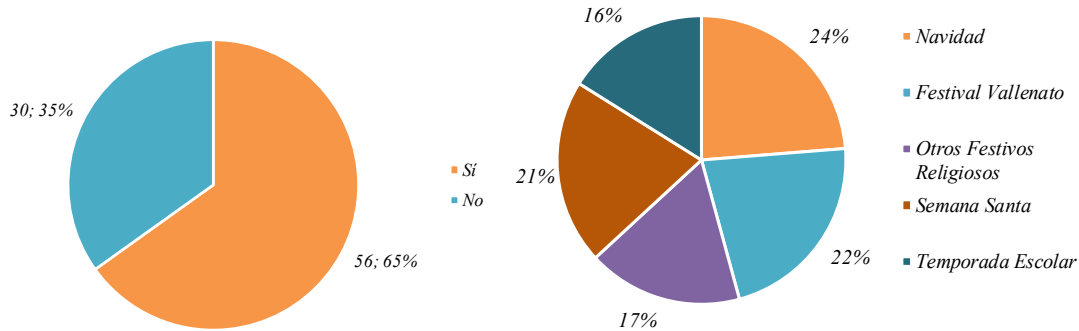
Figura 13. Datos estadísticos y Producción Per Cápita de kilogramos de residuos sólidos



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

Los datos estadísticos ofrecen una visión más detallada de la situación. Una media de 17,26 kilogramos y una mediana de 16 kilogramos revelan que hay una tendencia general hacia una producción moderada de residuos en el mercado. La moda, que se sitúa en 29 kilogramos, sugiere que hay un número significativo de locales que generan residuos en el extremo superior del rango, impactando en la media y elevando la desviación estándar a 7,52 kilogramos. Esto indica una variabilidad considerable en la producción de residuos entre los locales. La producción per cápita de residuos de 2,93 kilogramos por persona al día, multiplicada por el total de 507 trabajadores, lleva a una producción total considerable de 1484 kilogramos de residuos sólidos diariamente por todos los locales, subrayando la importancia de prácticas eficaces de gestión y reciclaje de residuos en el mercado para mitigar el impacto ambiental.

Figura 14. Aumento en la producción de residuos sólidos y temporadas específicas

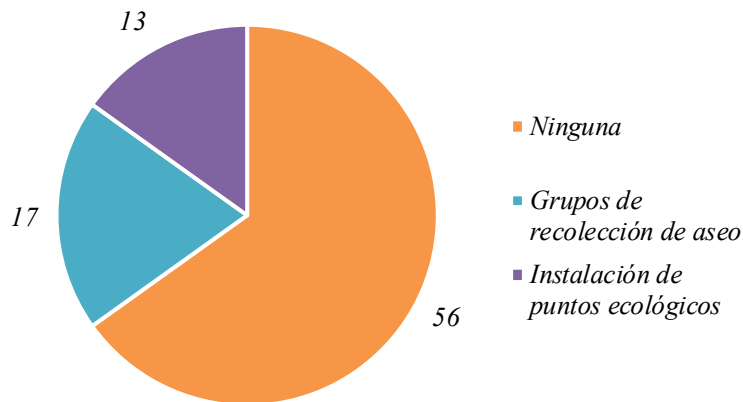


Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

La encuesta realizada en el Mercado Público de Valledupar revela que la mayoría de los comerciantes (56 de ellos) han experimentado un aumento en la producción de residuos sólidos durante ciertas temporadas comerciales, lo cual refleja las variaciones en el consumo que acompañan a las festividades y eventos especiales. Este aumento en la generación de residuos durante períodos específicos puede presentar desafíos para la infraestructura de manejo de residuos existente, lo que sugiere la necesidad de planificación adicional y recursos durante estas épocas para evitar el desbordamiento de los sistemas de gestión de residuos. Mientras tanto, los 30 locales que no han percibido un aumento pueden estar empleando prácticas que efectivamente minimizan la producción de desechos, o bien su actividad comercial no se ve sustancialmente alterada por las variaciones estacionales.

Las temporadas que más contribuyen al incremento en la generación de residuos son la Navidad (23,73%) y el Festival Vallenato (22,03%), seguidos por la Semana Santa (20,76%) y otros festivos religiosos (17,37%), con la Temporada Escolar (16,10%) presentando el menor impacto. Estos patrones de aumento están probablemente ligados a las tradiciones culturales que impulsan el consumo y, por ende, la acumulación de residuos.

Figura 15. Estrategias que usualmente aplican los locales del Mercado Público de Valledupar

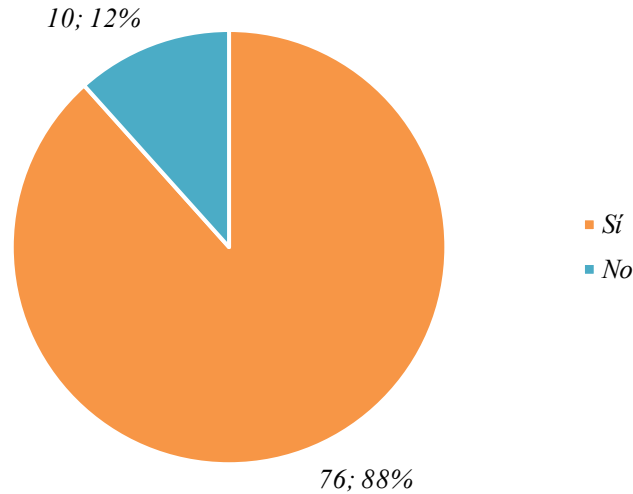


Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

En cuanto a las medidas implementadas para contrarrestar el aumento en la producción de residuos sólidos, es notable que una considerable mayoría de los comerciantes (56 de ellos) no han adoptado estrategias específicas para mitigar este impacto. Esta falta de acción sugiere una oportunidad perdida para mejorar las prácticas de sostenibilidad y podría reflejar limitaciones en recursos, conocimiento o apoyo institucional para la gestión de residuos. Por otro lado, un grupo más pequeño pero proactivo de comerciantes ha iniciado esfuerzos para abordar el problema: 17 locales han formado o se han unido a grupos de recolección de aseo, lo que implica una colaboración para el manejo conjunto de residuos, posiblemente facilitando la segregación de desechos y su recolección más eficiente.

Además, 13 locales han optado por instalar puntos ecológicos dentro de sus establecimientos, una medida que no solo promueve el reciclaje entre los clientes y empleados, sino que también contribuye a crear conciencia ambiental en la comunidad del mercado. Estas iniciativas, aunque aún no son mayoritarias, destacan un camino hacia la reducción de la huella de residuos del mercado y reflejan un compromiso creciente con la sostenibilidad ambiental.

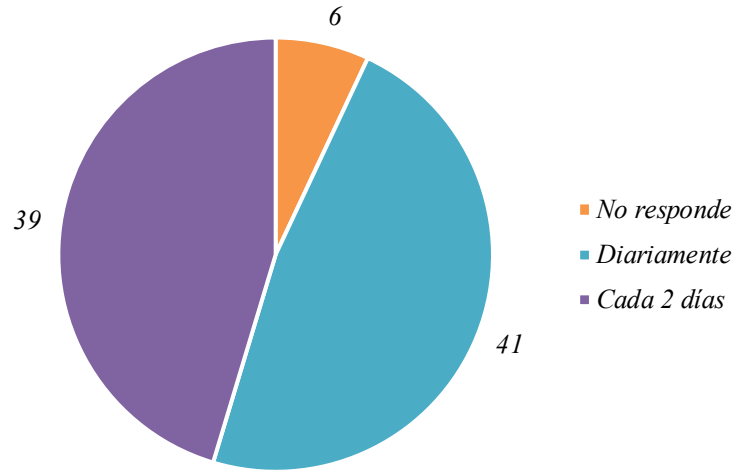
Figura 16. Locales que cuentan con servicio de recolección de residuos sólidos



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

La gran mayoría de los locales en el Mercado Público de Valledupar, específicamente 76 de ellos, afirman tener acceso a servicios de recolección de residuos sólidos, lo que indica una infraestructura básica de manejo de residuos en la zona. Este alto número sugiere una conciencia general sobre la importancia de la gestión adecuada de desechos y posiblemente refleja la existencia de políticas o regulaciones locales que promueven o incluso requieren la participación en sistemas de recolección de residuos. Sin embargo, que 10 locales aún operen sin este servicio destaca brechas en la cobertura o posibles desafíos logísticos y financieros que algunos comerciantes enfrentan para acceder a tales servicios, poniendo de relieve áreas donde se podrían dirigir esfuerzos adicionales para asegurar una gestión integral de residuos en el mercado.

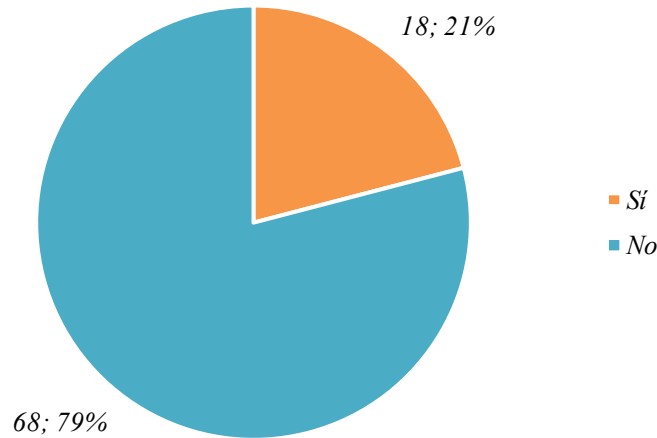
Figura 17. Número de días adscritos a la prestación de servicio de recolección de residuos



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

Respecto al número de días asignados a la prestación del servicio de recolección, las respuestas de los comerciantes muestran una división casi igual entre aquellos que reciben el servicio diariamente (41 locales) y cada 2 días (39 locales). Este esquema de recolección sugiere una respuesta organizada para manejar la producción constante de residuos en el mercado, aunque la elección entre uno u otro puede depender de la cantidad de residuos generados por cada local o de los acuerdos específicos con los proveedores de servicios de recolección. La existencia de 6 locales que no respondieron a esta pregunta podría indicar una falta de atención o desconocimiento sobre los detalles del servicio de recolección, lo que podría impactar en la eficacia de la gestión de residuos en esas ubicaciones.

Figura 18. Vinculación en actividades posteriores con la investigación



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

La participación en actividades futuras relacionadas con la investigación sobre la gestión de residuos muestra un interés moderado, con 18 locales dispuestos a involucrarse en esfuerzos posteriores, mientras que una mayoría significativa (68 locales) optó por no participar. Este nivel de compromiso variable sugiere que, aunque hay un interés en mejorar las prácticas de manejo de residuos entre algunos comerciantes, aún existe una considerable reticencia o barreras que impiden una participación más amplia. La diferencia en la disposición para involucrarse en actividades de investigación futuras puede reflejar limitaciones de tiempo, recursos o simplemente una falta de percepción de los beneficios directos que tales iniciativas podrían aportar a los negocios individuales y al mercado en general.

La evidencia recopilada revela que, a pesar de los desafíos logísticos y de comunicación en un ambiente tan bullicioso y diverso, es posible lograr una participación significativa de los comerciantes en iniciativas de sostenibilidad. Esto es crucial para el desarrollo de prácticas empresariales que no solo busquen el beneficio económico sino también la responsabilidad ambiental. La colaboración entre los comerciantes, a través de la formación de grupos de recolección de aseo y la instalación de puntos ecológicos, emerge como una estrategia, aunque todavía subutilizada, para gestionar y reducir la producción de residuos sólidos en el mercado.

Figura 19. Aplicación efectiva de las encuestas en el Mercado Público de Valledupar



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

Además, el análisis detallado de la distribución de los tipos de actividades comerciales, junto con el perfil educativo y laboral de los comerciantes, así como los datos sobre la producción y manejo de residuos sólidos, proporciona una base sólida para la implementación de medidas específicas dirigidas a mejorar la gestión ambiental del mercado. La alta adhesión al servicio de recolección de residuos refleja una infraestructura existente sobre la cual se pueden construir y mejorar las prácticas de sostenibilidad. Sin embargo, la variada frecuencia en la prestación de este servicio y la moderada vinculación en actividades futuras de investigación indican áreas de oportunidad para fortalecer el compromiso de la comunidad del mercado con la sostenibilidad ambiental.

### 6.1.2. Método Del Cuarteo

Para proceder al método de cuarteo, se contó con las personas que decidieron participar, que conforme a los cálculos practicados en la actividad anterior señala que de los 86 locales solo 18 si manifestaron querer participar en las actividades de cuarteo, por lo tanto, a partir de la cantidad total de estos se tomó una submuestra estadística, siguiendo la siguiente formulación matemática:

Considerando lo anterior, se toma una submuestra poblacional estadística, con la formulación matemática de Shewhart, W.A. (1939) para la Varianza (S):

$$n = \frac{Nd^2Z_{\alpha}^2}{e^2(N - 1) + d^2Z_{\alpha}^2}$$

Dónde,

n = Tamaño de la muestra (a determinar)

N = Tamaño de la población, equivalente a 19,39 kilogramos de un total de 349 kilogramos de residuos sólidos producidos por 18 locales, que corresponde al 21% de los locales generados.

z = Valor del nivel de confianza (por ejemplo, 1.96 para un nivel de confianza del 95%)

d = desviación estándar de la muestra de residuos sólidos generados a partir de la encuesta.

e = Margen de error deseado en la estimación de la proporción, asumido de 10%.

$$n = \frac{19,39 * 7,52^2 * 1,96^2}{0,50^2(19,39 - 1) + 7,52^2 * 1,96^2}$$

$$n = 18,98 \text{ kg/día/local}$$

Valor incrementado un 24%, considerando que es el incremento porcentual supuesto para Navidad, siendo este el de mayor porcentual por local.

$$n = 18,98 \text{ kg/local/día} + 18,98 \text{ kg/local/día} \times 0,24 = 23,53 \text{ kg/local/día}$$

Siendo anterior a la muestra diaria tomada de los locales de manera heterogénea.

Este estudio se extendió por durante 15 días, establecidos estratégicamente por durante dos meses, considerando algunos factores de interés respecto a la generación, primando que se encuentre variaciones principalmente los fines de semana y que se evalúen los días feriados, donde se aprecia notablemente una gran diferencia. Ahora, observe los resultados.

Tabla 3. Cuantificación Clasificada de los Residuos Sólidos Aprovechables (RSA)

Tipos de Residuos Sólidos: Peso (kg) - Aprovechables						
Semana	Días	Papel	Cartón	Plásticos	Vidrio	Metales
Lunes	1	0,2	4,5	10,2	0	0
Martes	2	0,08	1,1	9,5	0	0
Miércoles	3	0,05	0,9	4,1	0	0
Jueves	4	0,1	0,8	4,12	0	0
Viernes	5	0,11	0,8	3,2	0	0
Sábado	6	0,21	4,6	11,96	0	0
Domingo	7	0,33	4,9	15,57	0	0,1
Lunes	8	0,45	3,8	9,87	0	0,13
Martes	9	0,11	0,5	3,4	0	0,09
Miércoles	10	0,09	0,3	3,6	0	0
Jueves	11	0,07	0,2	4,11	0	0
Viernes	12	0,31	1,4	6,7	0	0
Sábado	13	0,45	4,1	13,45	0	0
Domingo	14	0,33	4,8	13,98	0	0
Lunes	15	0,23	3,9	11,32	0	0

Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

En el contexto del Mercado Público de Valledupar, la gestión de residuos sólidos aprovechables (RSA) se convierte en una cuestión fundamental para la sostenibilidad ambiental y económica del mercado. Según los resultados presentados, en el análisis durante 15 días, el plástico constituye el mayor porcentaje del total de RSA con un peso de 125,08 kg, lo que representa un notable 75,71% del peso total recolectado (165,12 kg), seguido por el cartón con un 22,15% (36,6 kg) y el papel con un 1,89% (3,12 kg). Estos números ponen de relieve la importancia de implementar una gestión eficiente, como subraya Bernache (2015), quien resalta la necesidad de profesionales capacitados y un plan de gestión sustentable ante el desafío que representa la gestión de residuos para los ayuntamientos.

El volumen de plásticos, en particular, destaca la urgencia de políticas que impulsen no solo la recolección y reciclaje, sino también la reducción en la fuente y la reutilización de materiales. Estas acciones están en línea con las observaciones de Becerra (2020), que enfatizan la contribución significativa de una gestión adecuada de residuos al cuidado del medio ambiente y a la mejora de la calidad de vida. A su vez, Carlín et al. (2023) reconocen la prevalencia de los vertederos como método principal de tratamiento de residuos, una realidad que se refleja en muchos otros contextos y que demanda un cambio hacia prácticas más integradas y preventivas, acorde con las perspectivas globales sobre la gestión de residuos.

Tabla 4. Cuantificación Clasificada de los Residuos Sólidos Orgánicos (RSO)

Tipos de Residuos Sólidos: Peso (kg) - Orgánicas				
Semana	Días	Desechos Vegetales	Desechos de Frutas	Otros Residuos Orgánicos
Lunes	1	13,48	23,32	4,45
Martes	2	9,76	18,67	3,1
Miércoles	3	8,61	17,43	3,71
Jueves	4	7,33	14,59	3,77
Viernes	5	7,01	14,76	3,81
Sábado	6	15,23	15,89	5,66
Domingo	7	21,98	27,45	5,71
Lunes	8	13,71	22,95	4,35
Martes	9	8,65	19,02	3,65
Miércoles	10	8,04	18,53	3,61
Jueves	11	7,55	15,12	3,66
Viernes	12	10,66	13,12	4,76
Sábado	13	13,85	18,99	5,65
Domingo	14	16,01	25,33	5,71
Lunes	15	11,33	23,76	4,96

Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

La caracterización de los Residuos Sólidos Orgánicos (RSO) en el Mercado Público de Valledupar ha revelado datos cruciales para la planificación de una gestión ambiental efectiva. Durante un período de 15 días, se ha identificado que, de los 528,69 kg de residuos recogidos, un considerable 54,65% corresponde a desechos de frutas y un 32,77% a desechos vegetales, evidenciando la gran cantidad de materia orgánica que puede ser reintegrada al ciclo de la vida a través de compostaje o biogás (Bernache, 2015).

Sin embargo, la operación adecuada de estos procesos es un reto que va más allá de la recolección y separación, requiriendo una estructura de gestión integral que involucre no solo a los ayuntamientos sino también a la participación comunitaria y la educación ambiental, como propone Bernache (2015) en su análisis sobre la necesidad de una gestión sustentable y la importancia de un enfoque regional.

El hecho de que un 12,58% de los RSO recolectados sean otros residuos orgánicos subraya la complejidad de la gestión de residuos en contextos urbanos. La sustentabilidad de los sistemas de manejo de residuos urbanos descrita por Bernache (2015) resalta la necesidad de mejorar la recolección y el tratamiento, evitando la disposición final en vertederos que, a menudo, no cumplen con las normativas ambientales. En este sentido, la revisión sistemática de Becerra (2020) apoya la premisa de que un manejo adecuado de residuos sólidos contribuye significativamente al bienestar social y la protección del medio ambiente, incentivando a los gobiernos locales a desarrollar estrategias para una gestión más eficiente y ambientalmente segura. Esta revisión enfatiza cómo la educación y la inclusión comunitaria son vitales para transformar la gestión de residuos de una actividad mecánica a un proceso consciente y orientado a la sustentabilidad.

En línea con lo anterior, Carlín et al. (2023) ilustran la urgencia de adoptar un manejo integrado de residuos, criticando la práctica común de disposición final en basureros que ignora las oportunidades de reciclaje y compostaje. El informe del Banco Mundial citado por Carlín et al. (2023) proyecta un incremento del 70% en la generación de desechos para 2050, lo que hace imperativa la implementación de medidas proactivas. La segregación en origen, la recogida selectiva, y la valorización de residuos son estrategias clave que pueden reducir significativamente la carga en los vertederos y fomentar una economía circular, en la cual los materiales se reintegren en el ciclo productivo, reduciendo la extracción de recursos vírgenes y la contaminación ambiental.

Por otra parte, la gestión de residuos sólidos no aprovechables (RSnA) se torna en una cuestión imperativa en el panorama ambiental actual, en especial al considerar los 173,02 kg de residuos generados en el Mercado Público de Valledupar en tan solo 15 días, donde el peso mayoritario lo ostentan los residuos sanitarios con 125,97 kg, tal como se observa en la siguiente figura presentado en la página continua.

Tabla 5. Cuantificación Clasificada de los Residuos Sólidos No Aprovechables (RSnA)

Tipos de Residuos Sólidos: Peso (kg) - No Aprovechables					
Semana	Días	Sanitarios	Servilletas	Desechables	Papeles Metalizados
Lunes	1	13,45	0,76	3,45	0,7
Martes	2	5,1	0,09	1,2	0,01
Miércoles	3	3,3	0,09	1,23	0,01
Jueves	4	3,2	0,09	0,98	0,01
Viernes	5	5,4	0,11	1,04	0,02
Sábado	6	11,34	0,45	2,46	0,54
Domingo	7	14,35	1,67	3,76	0,87
Lunes	8	12,98	0,76	3,03	0,71
Martes	9	4,7	0,17	2,01	0,02
Miércoles	10	3,2	0,09	1,53	0,03
Jueves	11	3,6	0,1	1,02	0,06
Viernes	12	8,9	0,18	2,1	0,65
Sábado	13	11,8	0,43	3,67	0,76
Domingo	14	12,78	0,87	4,66	0,89
Lunes	15	11,87	0,67	2,76	0,34

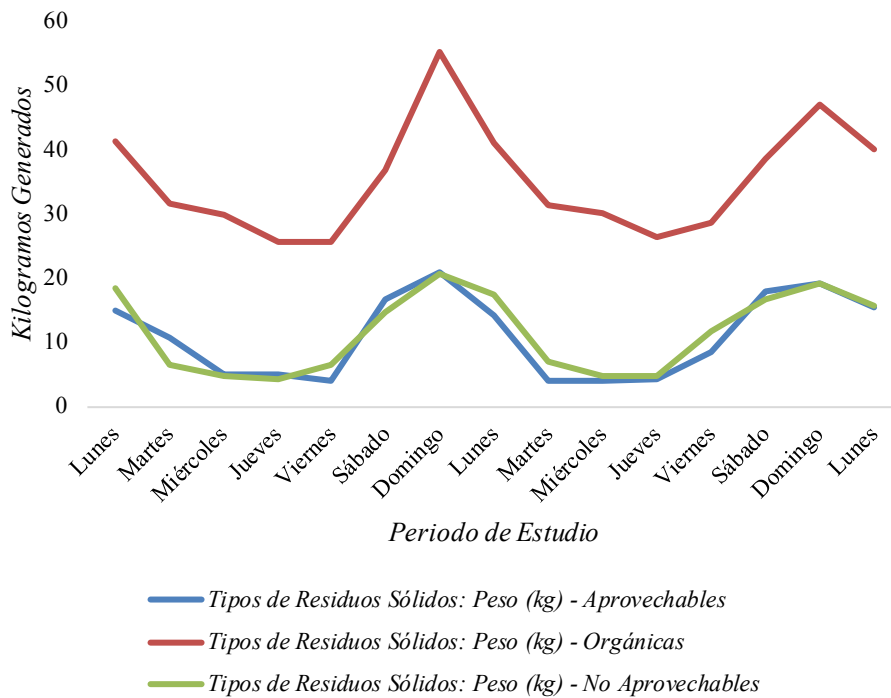
Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

Este escenario resalta la magnitud de desechos que demandan una correcta disposición final para mitigar impactos negativos en el medio ambiente, tal como se refiere Bernache (2015), quien argumenta la necesidad de una gestión integral que no solo optimice la recolección, sino que también cumpla con normativas de protección ambiental.

El desafío es aún mayor al contemplar la variedad de residuos, incluyendo 34,9 kg de desechables y 5,62 kg de papeles metalizados, que representan una problemática adicional por su dificultad de tratamiento y disposición. Como lo plantea Becerra (2020), la acumulación de estos residuos sin una gestión eficaz contribuye a problemas ambientales y de salud pública, lo que refuerza la urgencia de políticas y programas locales que fomenten una cultura de reducción y reciclaje. Esto se alinea con las directrices de Carlín et al. (2023), quienes abogan por un enfoque más inclusivo y educativo que promueva la responsabilidad ambiental entre la ciudadanía, así como por la implementación de prácticas como la segregación en origen y la recogida selectiva que prevengan la mera disposición final en vertederos.

La colaboración intermunicipal emerge como una estrategia prometedora para enfrentar estas cuestiones, ya que puede propiciar el desarrollo de infraestructuras y sistemas de manejo de residuos que sean tanto eficientes como ecológicamente seguros, basándose en la experiencia y las recomendaciones de expertos como Bernache (2015). Aunando esfuerzos, es posible crear rellenos sanitarios que se ajusten a las regulaciones ambientales, generando a su vez beneficios económicos y sociales al recapturar materiales reciclables y minimizar la contaminación derivada de una inadecuada gestión de RSU. En última instancia, la convergencia entre la necesidad de sustentabilidad y la viabilidad operativa se presenta como el norte a seguir para los gobiernos locales en su lucha contra la contaminación y la preservación de recursos.

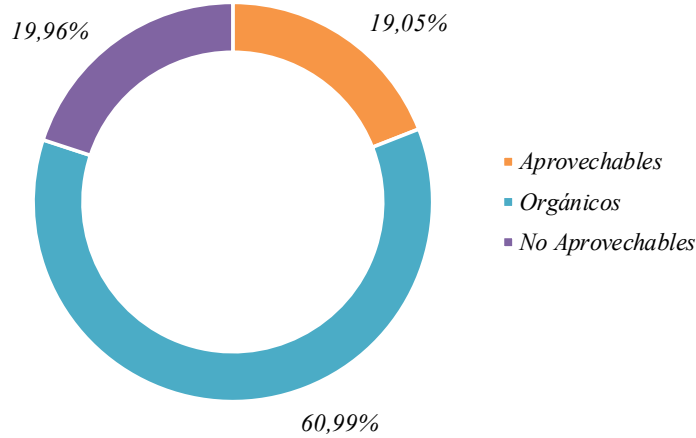
Figura 20. Tendencia de generación de los Residuos Sólidos en el MERCAUPAR



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

En resumen, el gráfico de la figura anterior presenta el comportamiento estocástico y bastante asociado que tienen los residuos aprovechables y no aprovechables, dejando claridad que los orgánicos son mayoritarios, esto lleva a una clasificación más realista, distinguida en la siguiente figura:

Figura 21. Clasificación porcentual de los Residuos Sólidos generados en el MERCAUPAR



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

Si se compara este gráfico con el resultado obtenido en la encuesta permite ver que los locales no tienen una buena estimación y clasificación caracterizada de los tipos de residuos que generan, puesto que esta clasificación permite observar otro panorama muy distinto y separado de la realidad que adjudican, lo que señala el claro sesgo de la respuesta, no conforme a la realidad.

Figura 22. Clasificación para la caracterización de los Residuos Sólidos



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

Los resultados de las tablas anteriores fueron desarrollados en campo, con la colaboración de los locales, sin embargo, para el cuarteo se consideró principalmente el cuantificable submuestral de 23,54 kilogramos, lo que llevó a poder tener una clasificación más amplia de los mismos y un resultado estadístico atado a la probabilidad y un intervalo de confianza, debido a la naturaleza del método de selección de la muestra aleatoria, así como sujeto al incremento por las temporadas de generación declaradas por los trabajadores de los locales.

Figura 23. Traslado de los Residuos Sólidos a Zona de Clasificación



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

Los residuos fueron previamente dispuestos en sacos y pesados para hacerlos registros en las tablas y también fueron sometidos al método del tambor, para poder conocer la densidad de estos, realizando golpeteo lateral y caída vertical, siendo un método para eliminar vacíos.

Figura 24. Residuos clasificados y dispuestos para aplicación del método del Tambor

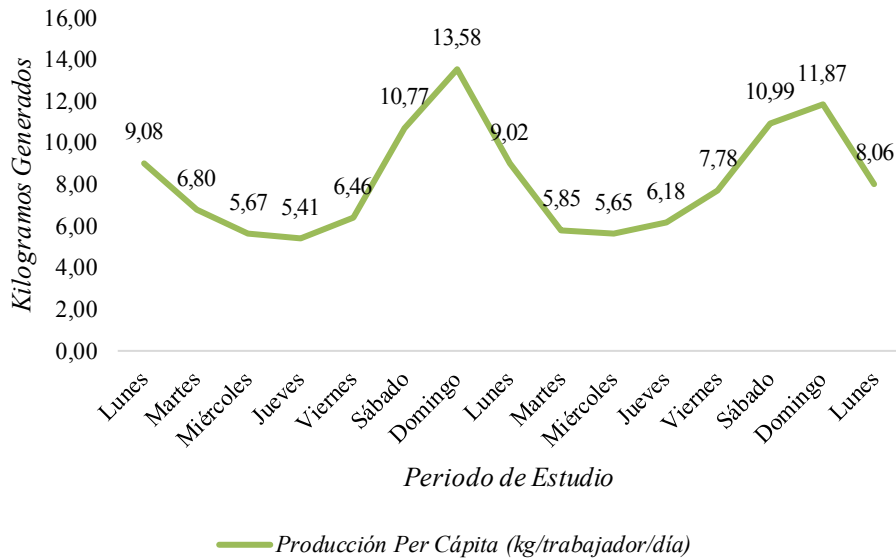


Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

Para determinar la densidad, se empleó un barril de acero de 55 galones (208 litros), con espesor de 0,9 milímetros, diámetro de 585 milímetros y altura de 891 milímetros, además, se calculó el promedio per cápita por local de residuos sólidos generados y se trabajaron con estos datos durante los 15 días.

Los valores de la Producción Per Cápita que corresponde a dividir el total diario por local entre el promedio de número de trabajadores ( $\approx 7$  trabajadores por local), deja entrever valores elevados de producción que van desde los 5,41 kilogramos/trabajador/día hasta los 13,58 kilogramos/trabajador/día. Para entender como influyen los tipos de actividades económicas en cada uno de estos resultados será necesario ampliar el estudio, sin embargo, esto es una recomendación por hacer, ya que el alcance de este trabajo solo contempló una fase de labores.

Figura 25. Producción Per Cápita estimada para el MERCAUPAR



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

Este gráfico permite ver que, para alcanzar los 23,54 kilogramos por local al día, calculado como submuestra, se necesitaría aproximadamente 4 días de generación per cápita, y conforme a esto se realizó la recolección, teniendo un marco de delimitación de carga de trabajo y la delimitación temporal de trabajo. Entonces, se puede determinar la densidad de los residuos sólidos matemáticamente así:

$$\rho = \frac{w}{\frac{\pi D^2}{4} * H_n}$$

Donde,

W: peso de los residuos sólidos per cápita

D: diámetro del barril o tanque utilizado

Hn: altura interna que alcanza el barril con los residuos sólidos dentro.

Los resultados del cálculo de la densidad se ven representados en la siguiente tabla (ver página continua):

Tabla 6. Cálculo de la Densidad de los Residuos Sólidos

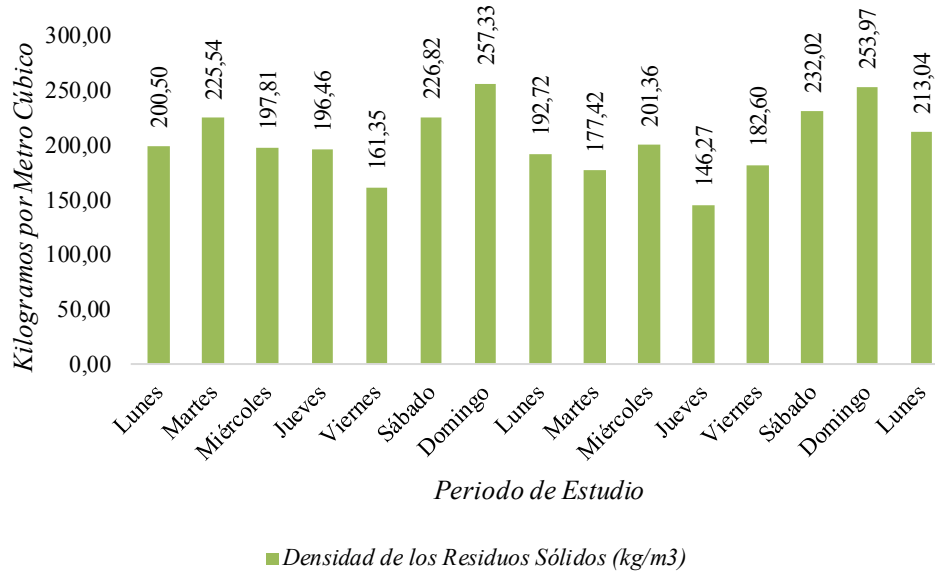
Semana	W: Peso diario (kg)	H inicial (m)	H final (m)	$\Delta H$ (m)	Densidad de los Residuos Sólidos ( $\text{kg/m}^3$ )
Lunes	62,55	0,756	0,679	0,077	200,50
Martes	46,84	0,580	0,452	0,128	225,54
Miércoles	39,08	0,512	0,43	0,082	197,81
Jueves	37,28	0,487	0,413	0,074	196,46
Viernes	44,48	0,667	0,6	0,067	161,35
Sábado	74,2	0,793	0,712	0,081	226,82
Domingo	93,52	0,854	0,791	0,063	257,33
Lunes	62,16	0,763	0,702	0,061	192,72
Martes	40,27	0,554	0,494	0,06	177,42
Miércoles	38,95	0,487	0,421	0,066	201,36
Jueves	42,54	0,672	0,633	0,039	146,27
Viernes	53,61	0,722	0,639	0,083	182,60
Sábado	75,69	0,776	0,71	0,066	232,02
Domingo	81,8	0,711	0,701	0,01	253,97
Lunes	55,5	0,604	0,567	0,037	213,04

Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

En promedio, la densidad de los residuos sólidos es de 204,35 kilogramos por metro cúbico por local, obteniendo un estimativo per cápita o por trabajador de 29,66 kilogramos por metro cúbico por trabajador al día. Es importante distinguir que los locales que decidieron participar de manera voluntaria, en su mayoría a minoría, son de venta de frutas, plantas, cárnicos, abarrotes, verduras, variedades y productos lácteos, de acuerdo con su orden jerárquico predispuesto, lo que señala, valga la redundancia, una variedad significativa y considerable para este estudio estimativo.

Este resultado rememora la advertencia del Banco Mundial sobre el incremento proyectado del 70% en la cantidad de desechos para el año 2050 resalta la necesidad de tomar medidas urgentes. La implementación de políticas y estrategias tanto a nivel nacional como local, como las discutidas por Becerra (2020) y Bernache (2015), debe ser prioritaria para garantizar la sostenibilidad ambiental y la salud pública a largo plazo. La densidad de los residuos sólidos aprovechables no es solo un número; es un llamado a la acción para que municipios, comunidades y profesionales colaboren en el desarrollo de sistemas de gestión de residuos más eficientes y sostenibles. La siguiente gráfica simplifica los resultados encontrados:

Figura 26. Representación Gráfica de la Densidad de los Residuos Sólidos



Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

Las densidades de residuos sólidos que proporcionaste muestran una variabilidad significativa tanto por local como por trabajador. Analizando los datos por local, vemos valores que oscilan entre 146,27 y 257,33 kg/m<sup>3</sup>. Esta variación sugiere diferencias en la cantidad de residuos generados por local o en la compactación de estos. La compactación de los residuos sólidos puede influir en la densidad reportada, así como la naturaleza de los residuos (orgánicos, inorgánicos, reciclables, etc.).

En cuanto a la densidad de residuos sólidos por trabajador, los valores están entre aproximadamente 21,23 y 37,35 kg/m<sup>3</sup>. La variabilidad aquí podría deberse a la eficiencia de cada trabajador o equipo en la gestión de los residuos, o las diferencias en el tipo y volumen de residuos manejados individualmente.

Ambos conjuntos de datos podrían servir como indicadores de eficiencia en la gestión de residuos y ser útiles para identificar áreas de mejora. Por ejemplo, locales o trabajadores con densidades más altas podrían estar más efectivos en la compactación de residuos o en la generación de residuos de mayor masa por volumen.

## **6.2. DETERMINACIÓN DEL VALOR ECONÓMICO DE LOS COSTOS DE MANEJO Y TARIFAS DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORDINARIOS GENERADOS DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO EN LA RESOLUCIÓN CRA 853 DE 2018, EN LOS LOCALES COMERCIALES DEL MERCADO PÚBLICO DE LA CIUDAD VALLEDUPAR**

### **6.2.1. Costo De Operatividad Interna**

Para el cálculo de los costos de operatividad interna se considerarán las fórmulas de cálculo establecidas en el Título IV de la Resolución CR 853 de 2018; título que establece el costo fijo, costo variable y promedio y estimación centroide, considerando el área de trabajo cuyas características son particulares como las del tercer segmento.

Para el cálculo del Costo Fijo Total (CFT) se emplea la siguiente formulación:

$$\text{CFT} = \text{CCS} + \text{CBICS}$$

Donde,

CFT: Costo Fijo Total por suscriptor del servicio público de aseo (pesos de julio de 2018/suscriptor-mes).

CCS: Costo de Comercialización por Suscriptor del servicio público de aseo, definido en el artículo 65 de la resolución CRA 853 de 2018 (pesos de julio de 2018/suscriptor-mes).

CBICS: Costo de Barrido y limpieza de vías y áreas públicas y, Limpieza Urbana por Suscriptor, definido en el artículo 67 de la resolución CRA 853 de 2018 (pesos de julio de 2018/suscriptor-mes).

El CCS se calcula bajo las condiciones establecidas en el Artículo 65 de la resolución CRA 853 de 2018, y en específico, considerando la información disponible en el literal b) precio mínimo, en el cual, se detallan rubros, costos totales, porcentajes de dedicación a actividades y la proporción de actividades asignadas, con base a formulaciones matemáticas distinguidas. Esto se resuelve en la tabla que se presenta en la página continua:

Tabla 7. Cálculo del precio mínimo del costo de comercialización por suscriptor (CCS)

Rubro	Costo Total pesos del año fiscal inmediatamente anterior (a)	Porcentaje del tiempo que dedica a la actividad (Total días de dedicación / Total días al año) (b)	Proporción del costo asignado a la actividad (a*b)
Personal (administrativo, atención PQR): sumatoria anual de los salarios pagados al personal (dotaciones y prestaciones sociales) en el año fiscal inmediatamente anterior.	Son 3 empleados formales, los cuales ganan 1 Salario Mínimo Mensual Legal Vigente (\$1.300.000) y sus prestaciones sociales son 12,5% en salud y 16% en pensión, por lo tanto:  $\$1.300.000 \times (1 + 0,125 + 0,16)$ $\$1.670.500 \times 3 \text{ empleados}$ $\$ 60.138.000$	Días trabajados al año: 240 días (se restan días por vacaciones y festivos).  $\frac{240 \text{ días}}{260 \text{ días}} = 92,31\%$	\$ 55.513.387,8
Equipos (muebles, computadores, máquinas, entre otros): valor de equipos con los que se realizan las actividades de comercialización, depreciado en el año fiscal inmediatamente anterior y dividido en los años de vida útil que le queden a este.	Los equipos tienen un valor inicial de veinte millones de pesos (\$20.000.000), con vida útil estimada de 5 años  $\frac{\$20.000.000}{5 \text{ años}} = \$ 4.000.000$	Días de uso al año: 250 días (días de mantenimiento o actualizaciones donde no se usan).  $\frac{250 \text{ días}}{260 \text{ días}} = 96,15\%$	\$ 3.846.000
Costos imputables al desempeño de la actividad (fabricación, emisión de facturas, entrega de facturas, convenio de facturación conjunta,	<i>Fabricación:</i> costo por mantenimientos y reparaciones de: $\$ 1.500.000$ Emisión y entrega de Facturas:	Días de dedicación al año: 230 días (hay días que se dedican a la planificación, capacitación o	\$ 2.476.880

Rubro	Costo Total pesos del año fiscal inmediatamente anterior (a)	Porcentaje del tiempo que dedica a la actividad (Total días de dedicación / Total días al año) (b)	Proporción del costo asignado a la actividad (a*b)
estratificación, catastro de usuarios, publicaciones, cargos al SUI, entre otros): valor de los costos imputables a la realización de la actividad de comercialización en el año fiscal inmediatamente anterior.	\$ 500.000  Publicaciones: \$ 300.000  Otros costos imputables: \$ 500.000  Total, de \$ 2.800.000	actividades no imputables  directamente)  $\frac{230 \text{ días}}{260 \text{ días}} = 88,46\%$	
Gastos generales (arriendo del punto de atención al usuario, gastos de software, internet, papelería, entre otros): valor de los gastos generales en los que se incurrió para realizar la actividad comercialización en el año fiscal inmediatamente anterior.	Arriendo del punto de atención, evaluado en \$1.000.000 mensual y otros gastos (software, internet, papelería, etc.) de \$500.000  \$ 1.000.000 + \$ 500.000 \$ 1.500.000	Días en que se incurren los gastos: 260 días (aunque la empresa puede no operar todos los días, los gastos fijos como arriendo se mantienen)  100%	\$ 1.500.000
		Rendimiento Capital de Trabajo	2,29%
		Tasa de Descuento – WAAC	14,74%
		Impuesto a las Transacciones Financieras	0,40%
		Total (c)	\$ 65.622.163,42
		Suscriptores (d)	1184 locales <sup>(1)</sup>
		CCS por suscriptor mes (e)	≈ \$ 4.618,68
		CCS (asumido porque el CCS por suscriptor mes es mayor al valor máximo en el literal a)	\$ 2.182,85

Nota: Los resultados de los valores y cálculos realizados aquí provienen de las recomendaciones establecidas en el literal b) del artículo 65 de la Resolución CRA 853 del 2018. Elaborado por los Autores, 2024. <sup>(1)</sup>820 locales más 364 locales construidos en 2023.

El CBICS es determinado con base a lo establecido en el literal b) precio mínimo del Costo de Barrido y Limpieza de Vías y Áreas Públicas, mantenimiento e instalación de cestas por suscriptor del artículo 67, y se hace diligenciando la siguiente tabla:

Tabla 8. Cálculo del precio mínimo del costo de barrido, limpieza de vías y áreas públicas, mantenimiento e instalación de cestas (CBICS)

Rubro	Costo Total pesos del año fiscal inmediatamente anterior (a)	Porcentaje del tiempo que dedica a la actividad (Total días de dedicación / Total días al año) (b)	Proporción del costo asignado a la actividad (a*b)
Personal (operarios): sumatoria anual de los salarios pagados al personal (dotaciones y prestaciones sociales) en el año fiscal inmediatamente anterior.	4 operarios con salario mínimo legal vigente: \$1,300,000  Aportes sociales (salud 12,5% + pensión 16%): 28,5% sobre el salario  Cálculo anual por operario: $\$ 1,300,000 \times (1 + 28,5\%)$ $\$ 1,670,500$  Costo total anual para 4 operarios: $\$ 1,670,500 \times 4 = \$ 6,682,000$	Solo se desarrollarán actividades 4 días por semana, por lo tanto, será de:  $\frac{208 \text{ días}}{260 \text{ días}} = 80\%$	\$ 5.345.600
Equipos menores (carro papelerero, entre otros): valor de equipos menores con los que se realizan actividades de barrido, mantenimiento e instalación de cestas en el año fiscal inmediatamente	Los equipos menores tienen un valor de \$5,000,000 con una vida útil de 5 años, entonces el costo anual depreciado:  $\frac{\$5,000,000}{5} = \$1,000,000$	Solo se desarrollarán actividades 4 días por semana, por lo tanto, será de:  $\frac{208 \text{ días}}{260 \text{ días}} = 80\%$	\$ 800.000

Rubro	Costo Total pesos del año fiscal inmediatamente anterior (a)	Porcentaje del tiempo que dedica a la actividad (Total días de dedicación / Total días al año) (b)	Proporción del costo asignado a la actividad (a*b)
anterior y dividido en los años de vida útil que le quedan a este.			
Herramientas (escobas, pala, cepillos, rastrillo, insumos para realizar despapele en los casos que se realice, entre otros): valor de las herramientas con que se realizan las actividades de barrido, mantenimiento e instalación de cestas en el año fiscal inmediatamente anterior.	Herramientas semestrales: Escobas (4 und): \$ 15.000 c/u Palas (4 und): \$30.000 c/u Cepillos (4 und): \$10.000 c/u Rastrillos (4 und): \$20.000 c/u Insumos despapele: \$240.000 (una vez al año) \$ 840.000	Solo se desarrollarán actividades 4 días por semana, por lo tanto, será de: $\frac{208 \text{ días}}{260 \text{ días}} = 80\%$	\$ 672.000
Gastos generales (bolsas de basura, mantenimiento de cestas, entre otros): valor de los gastos generales en los que se incurrió para realizar la actividad de barrido, mantenimiento e instalación de cestas en el año fiscal inmediatamente anterior.	Gastos en bolsas de basura: asumamos un gasto de \$50,000 mensuales. Mantenimiento de cestas y otros gastos varios: asumamos un gasto de \$100,000 mensuales. (\$ 50,000 + \$ 100,000) * 12 \$ 1,800,000	Solo se desarrollarán actividades 4 días por semana, por lo tanto, será de: $\frac{208 \text{ días}}{260 \text{ días}} = 80\%$	\$ 1.440.000
		Rendimiento Capital de Trabajo	2,29%
		Factor de Gastos Administrativos	12,59%
		Tasa de Descuento – WAAC	12,74%

Impuesto a las Transacciones Financieras	0,40%
Total (c)	\$ 9.485.210,988
Suscriptores (d)	1184 locales <sup>(1)</sup>
CCS por suscriptor mes (e)	≈ \$ 667,60
CCS (asumido porque el CCS por suscriptor mes es menor al valor máximo en el literal a)	\$ 667,60

Nota: Los resultados de los valores y cálculos realizados aquí provienen de las recomendaciones establecidas en el literal b) del artículo 67 de la Resolución CRA 853 del 2018. Elaborado por los Autores, 2024. <sup>(1)</sup>820 locales más 364 locales construidos en 2023.

Con esta información, se posible el cálculo del Costo Fijo Total (CFT), reemplazando en la siguiente formula:

$$CFT = CCS + CBICS$$

$$CFT = \$ 2.182,85 + \$ 667,60$$

$$CFT = \$ 2.850,54$$

Con base a esto, entonces, se puede continuar y proceder a cálculo de los costos variables.

Definido el artículo 61 en la resolución CRA 853 de 2018, la fórmula para estimar el costo variable de residuos sólidos Aprovechables se practica con la siguiente formulación matemática:

$$CVNA = CRT + \left( \frac{CDFT * \overline{QRT} + CT * \overline{QRO}}{\overline{QRT} + \overline{QRO}} \right)$$

Donde (ver la siguiente página).

CVNA: Costo Variable por tonelada de Residuos Sólidos Aprovechables (pesos de julio de 2018/tonelada).

CRT: Costo de Recolección y Transporte de Residuos Sólidos definido en el artículo 69 de la presente resolución (pesos de julio de 2018/tonelada).

CDFT: Costo de Disposición Final Total por tonelada definido en el artículo 71 de la resolución CRA 853 de 2018 (pesos de julio de 2018/tonelada).

CT: Costo de Tratamiento por tonelada definido en el artículo 77 de la resolución CRA 853 de 2018 (pesos de julio de 2018/tonelada).

QRT: Promedio mensual de toneladas de residuos sólidos recolectados y transportados al sitio de disposición final, de acuerdo con lo definido en el artículo 63 de la resolución CRA 853 de 2018 (toneladas/mes).

QRO: Promedio mensual de residuos orgánicos biodegradables recolectados y transportados a la planta de tratamiento, de acuerdo con lo definido en el artículo 63 de la resolución CRA 853 de 2018 (toneladas/mes).

Cada una de estas variables implicadas tienen su propia fórmula o procedimiento para su cálculo, por ejemplo, el Costo de Recolección y Transporte de Residuos Sólidos, definido en el artículo 69 de resolución CRA 853 de 2018, se ve expresado, en su mínimo precio estimado matemáticamente así:

$$CRT = \frac{\sum_{s=1}^3 (CRTS_s \times \overline{QRT_s})}{\sum_{s=1}^3 (QRT_s)} + CEG$$

Donde:

$CRTS_s$ : Costo de Recolección y Transporte adoptado por la persona prestadora para cada sitio de disposición final, estación de transferencia o tratamiento s utilizado para el manejo adecuado de los residuos sólidos, el cual corresponde a \$62.624 por tonelada (pesos de julio de 2018/tonelada).

CPE: Promedio mensual del año fiscal inmediatamente anterior del valor pagado por concepto de los peajes de ida y vuelta, ubicados en el trayecto entre el centroide del Área de Prestación del Servicio (APS) y la entrada del sitio de disposición final, estación de transferencia o sitio de tratamiento (pesos de julio de 2018/mes). *(Para este caso adopta el valor de cero).*

CEG: Costo de transferencia y transporte a granel hasta el sitio de disposición final, el cual corresponde al valor cobrado por la persona prestadora de la estación de transferencia, de conformidad con el parágrafo 6 del artículo 24 de la Resolución CRA 720 de 2015 o el artículo 147 de la resolución CRA 853 de 2018 (pesos de julio de 2018/tonelada). *(Se asume como cero, porque no existen estaciones de transferencia).*

QRT<sub>s</sub>: Promedio mensual de toneladas de residuos sólidos recolectados y transportados al sitio de disposición final, estación de transferencia o sitio de tratamiento, de acuerdo con lo definido en el artículo 38 de la resolución CRA 853 de 2018 (toneladas/mes).

S: Sitio de entrega de residuos sólidos, donde, s = {sitios de disposición final, estaciones de transferencia, sitios de tratamiento}. *(Que equivale a un solo sitio).*

Primero, de la caracterización, para 18 encuestados durante 15 días, se pudieron pesar 866,83 kilogramos, por lo tanto, la generación diaria y por local será de:

$$\frac{866,93 \text{ kg}}{15 \text{ días}} \times \frac{\text{muestra de trabajo}}{18 \text{ locales}} = 3,21 \text{ kg}$$

Si se considera que esto puede aumentar un 24% por la época de mayor generación, que fluctúa el valor, entonces, ese aumentaría en:

$$3,21 \text{ kg} \times (1 + 0,24) = 3,98 \text{ kg}$$

Y sabiendo que existe un aproximado de 64% de los encuestados que manifestaron no emplear ninguna estrategia de mitigación, entonces, el incremento o variación puede ser mayor.

$$3,98 \text{ kg} \times (1 + 0,64) = 6,53 \text{ kg}$$

Considerando esto para los actual, 1184 locales, entonces se tendría una generación de:

$$6,53 \text{ kg} \times 1184 \text{ locales} = 7731,52 \text{ kg} \times \frac{1 \text{ Ton}}{1000 \text{ kg}} \cong 7,73 \text{ Ton/día}$$

$$7,73 \frac{\text{Ton}}{\text{día}} \times \frac{22 \text{ días}}{1 \text{ mes}} = 170,06 \frac{\text{Ton}}{\text{mes}} \times [1 - (0,6099 + 0,1905)] = 39,94 \frac{\text{Ton}}{\text{día}}$$

Es importante tener en cuenta, que los días de recolección son solo cinco por semana, sumando dos días más como desviación al valor, lo que permite definir 22 días al mes. Ahora si se puede determinar el CRT:

$$\text{CRT} = \frac{\sum_{s=1}^1 (\$ 62.624 \times 39,94)}{\sum_{s=1}^1 (39,94)} + 0$$

$$\text{CRT} = \$62.524$$

Conforme a esto, entonces, ahora se procede a determinar el Costo de Disposición Final Total, definido en el artículo 71 de la Resolución CRA 853 del 2018 y será el estimado de acuerdo con la siguiente función:

$$\text{CDFT} = \frac{\sum_{d=1}^u (\text{CDFTD}_d \times \overline{QR}_d)}{\sum_{d=1}^u (\overline{QR}_d)}$$

Dónde, se sabe que las variables son:

$\text{CDFTD}_d$ : Costo por tonelada en el sitio de disposición final  $d$  adoptado por la persona prestadora de disposición final entre el precio mínimo definido en el artículo 73 de la Resolución CRA 853 del 2018 (pesos de julio de 2018/tonelada).

$\overline{QR}_d$ : Promedio mensual de residuos sólidos que se disponen en el sitio de disposición final  $d$ , de acuerdo con lo definido en el artículo 63 de la presente resolución (toneladas/mes).

$d$ : Sitio de disposición final, donde,  $d = \{1, 2, 3, 4, \dots, u\}$ . (Que para este caso es uno solo).

Asimismo, hay variables como el CDFTD<sub>d</sub>, el cual se encuentra establecido como otro cálculo, correspondiendo al precio mínimo de disposición final total se calculará de acuerdo con lo establecido en el artículo 73 de la resolución CRA 853 del 2018 con las siguientes funciones

$$CDFTD_d = CDF_{VU_d} + CDF_{PC_d} \quad \text{Función 1}$$

$$CDF_{VU_d} = \min \left\{ \left( 55.782 + \frac{4.508.728}{QRS_d} \right); 134.096 \right\} \quad \text{Función 2}$$

$$CDF_{PC_d} = \min \left\{ \left( 1.339 + \frac{1.261.343}{QRS_d} \right); 23.249 \right\} * k_d \quad \text{Función 3}$$

Dónde, las variables que integran estas tres funciones son las siguientes:

QRS<sub>d</sub>: Promedio mensual de residuos sólidos que se reciben en el sitio de disposición final *d*, de acuerdo con lo definido en el artículo 63 de la presente resolución (toneladas/mes).

CDF<sub>VU<sub>d</sub></sub>: Costo mínimo a reconocer por tonelada, por vida útil de 30 años, en el sitio de disposición final *d* (pesos de julio de 2018/tonelada).

CDF<sub>PC<sub>d</sub></sub>: Costo mínimo a reconocer por tonelada, por período de la etapa de posclausura de diez (10) años, en el sitio de disposición final *d* (pesos de julio de 2018/tonelada).

*k<sub>d</sub>*: Factor que involucra el costo adicional por una duración superior a diez (10) años de la etapa de posclausura del sitio de disposición final *d*, según la exigencia de la autoridad ambiental. En el caso en que la autoridad ambiental determine un período igual a diez (10) años de la etapa de posclausura, para el sitio de disposición final, *k<sub>d</sub>* = 1.

Y *k<sub>d</sub>*, está dada por la siguiente formulación matemática:

$$k_d = 0,8576 * \ln(10 + \Delta T) - 0,9994$$

Dónde, se sabe que  $\Delta T$ , es el período adicional a diez (10) años de la posclausura del relleno sanitario, que ha sido aprobado por la autoridad ambiental.

Los residuos presentados ante la disposición final son los mismos transportados (suponiendo que no hay pérdida por biodegradación [ya que se excluyen los Residuos Sólidos Orgánicos] y algún otro factor que pueda verlos comprometidos en su transporte, por lo tanto, se establece condiciones de balance y modelamiento estático), lo que conlleva a saber que:

$$\overline{QRS}_d = 66,34 \text{ Ton/mes}$$

Entonces, esto permite el cálculo de  $CDF_{VU_d}$  y de  $CDF_{PC_d}$  de esta manera:

$$CDF_{VU_d} = \min \left\{ \left( 55.782 + \frac{4.508.728}{66,34} \right); 134.096 \right\}$$

$$CDF_{VU_d} = \min \{ 123.745,94 ; 134.096 \}$$

$$CDF_{VU_d} = \$ 123.745,94$$

Para el siguiente se asume a  $K_d = 1$ .

$$CDF_{PC_d} = \min \left\{ \left( 1.339 + \frac{1.261.343}{66,34} \right); 23.249 \right\} * 1$$

$$CDF_{PC_d} = \min \{ 20.352,31 ; 23.249 \} * 1$$

$$CDF_{PC_d} = \$ 20.352,31$$

Finalmente,

$$CDFTD_d = \$ 123.745,94 + \$ 20.352,31$$

$$CDFTD_d = \$ 144.098,25$$

Entonces, el el Costo de Disposición Final Total será:

$$CDFT = \frac{\sum_{d=1}^u (\$ 144.098,25 \times 66,34)}{\sum_{d=1}^u (66,34)}$$

$$CDFT = \$ 144.098,25$$

Por otra parte, el Costo de Tratamiento (CT) por tonelada definido en el artículo 77 de la resolución CRA 853 de 2018, se estima a través de la siguiente fórmula:

$$CT = \min \left\{ \left( 80.248 + \frac{2.152.111}{QRO} \right) ; 146.307 \right\}$$

En esta fórmula, QRO es igual al Promedio mensual de residuos orgánicos que se reciben en la planta de tratamiento de acuerdo con lo definido en el artículo 63 de la presente resolución (toneladas/mes), Considerando esto, entonces, la cantidad de residuos sólidos orgánicos serán de:

$$170,06 \frac{\text{Ton}}{\text{mes}} \times \text{Fracción Orgánica} = 170,06 \frac{\text{Ton}}{\text{mes}} \times 60,99\% = 103,72 \frac{\text{Ton}}{\text{día}}$$

Entonces, el Costo de Tratamiento (CT) será:

$$CT = \min \left\{ \left( 80.248 + \frac{2.152.111}{103,72} \right) ; 146.307 \right\}$$

$$CT = \min\{100.997,24 ; 146.307\}$$

$$CT = \$ 100.997,24$$

Considerando esto, entonces se puede determinar el Costo Variable Total, reemplazando:

$$CVNA = \$ 62.524 + \left( \frac{\$ 144.098,25 * 33,94 + \$ 100.997,24 * 103,72}{33,94 + 103,72} \right)$$

$$CVNA = \$ 174.147,77$$

Entonces, es importante aclarar que en el Mercado Público de Valledupar (MERCAUPAR), el aprovechamiento de los residuos es muy bueno y se hace desde la fuente, hasta en la disposición final, por lo tanto, el valor es ínfimo, y se tiene un valor de este costo, que es equivalente a aproximadamente \$150.000,00. Por lo tanto, el costo total estará dado por:

$$CTGMRS = CTF + CVNA + CVA$$

$$CTGMRS = \$ 2.850,54 + \$ 174.147,77 + \$ 150.000,00$$

$$CTGMRS = \$ 327.008,31$$

Que es un valor estimativo significativo, un indicador también del impacto económico por consecuencia de la generación de residuos sólidos producidos en el MERCAUPAR.

### 6.2.2. Valor Tarifario

Conforme al Capítulo X de las Tarifas y la Producción de Residuos Facturados, en el artículo 33 de la resolución CRA 853 de 2018, la tarifa final por suscriptor se calcula mediante la siguiente fórmula matemática:

$$TFS_u = [CFT + (CVNA * TRN) + (CVA * TRA)] * (1 \pm FCS_u)$$

Donde:

TFS<sub>u</sub>: Tarifa Final por Suscriptor tipo u de la persona prestadora (pesos/suscriptor-mes).

CFT: Costo Fijo Total definido (pesos/suscriptor-mes).

CVNA: Costo Variable por tonelada de residuos sólidos No Aprovechables.

CVA: Costo variable por tonelada de residuos efectivamente Aprovechables.

TRN: Toneladas de Residuos Sólidos No Aprovechables.

TRA: Toneladas de residuos efectivamente Aprovechados.

FCS<sub>u</sub>: Factor de contribución o subsidio correspondiente a cada suscriptor, aplicable para el servicio público de aseo, determinado por estrato o tipo de uso de acuerdo con la normatividad aplicable, subsidio con signo negativo y contribución con signo positivo; que conforme al acuerdo del concejo municipal No. 005 del 23 de mayo de 2018, el subsidio a pequeños productores comerciales es del 50%

Entonces, valor de la tarifa, es igual a:

$$TFS_u = [\$ 2.850,54 + (\$ 174.147,77 * 33,94) + (\$ 150.000 * 32,39)] * (1 - 0,5)$$

$$TFS_u = \$ 3.031.729,122$$

Considerando que son 1184 locales, entonces, el costo por local sería:

$$\frac{\$ 3.031.729,122}{1184 \text{ locales}} = \$ 2560,58 \cong \$ 2600$$

La estructura de costos y la tarifa establecida para la gestión de residuos sólidos, según la información proporcionada y basada en la resolución 853 del 2018 de la CRA del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MINVIVIENDA), revelan varios aspectos importantes sobre la economía de los servicios de saneamiento básico en contextos similares al presentado: comenzando con, la distinción entre costos fijos y variables para los residuos sólidos, tanto aprovechables como no aprovechables, subraya la complejidad y la diversidad de gastos que enfrenta una operación de gestión de residuos. Los costos fijos de \$2.850,54 mensuales reflejan los gastos invariables asociados a la operación, como pueden ser el mantenimiento de equipos, salarios mínimos garantizados y arriendo de instalaciones, subrayando la existencia de una base de costos que debe cubrirse independientemente del volumen de residuos tratados.

Por otro lado, los costos variables de residuos sólidos no aprovechables y aprovechables, \$174.147,77 y \$150.000,00 respectivamente, destacan la significativa inversión en el procesamiento y manejo de estos materiales. La diferencia en los costos entre residuos aprovechables y no aprovechables puede indicar una mayor eficiencia o menores gastos involucrados en el reciclaje y reutilización de materiales, en comparación con la disposición de residuos no aprovechables, lo que podría incentivar políticas que promuevan la separación en la fuente y el reciclaje.

La tarifa mensual de \$2.600 pesos, con un subsidio agregado del 50%, sugiere un esfuerzo por hacer accesible el servicio a la población, posiblemente en un contexto donde la capacidad de pago es una consideración crítica. Este subsidio refleja la política pública hacia la universalización del acceso a servicios básicos esenciales como la gestión de residuos, al mismo tiempo que plantea preguntas sobre la sostenibilidad financiera del modelo. La brecha entre los costos operativos

reales y la tarifa cobrada a los usuarios, especialmente después de aplicar un subsidio tan significativo, puede requerir apoyo externo continuo o fuentes de financiamiento complementarias para mantener la viabilidad del servicio.

### **6.3. ESTABLECIMIENTO DE LAS ESTRATEGIAS DEL MARCO DE DESARROLLO DEL MODELO LOGÍSTICO INVERSO DE REDUCCIÓN DE LA GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS POR LOS LOCALES COMERCIALES EN EL MERCADO PÚBLICO DE LA CIUDAD VALLEDUPAR.**

#### **6.3.1. Análisis De Sostenibilidad**

Para llevar a cabo este análisis, hay que formular las necesidades de recursos, materiales y logística que garantice la operación de los servicios y la administración de estos dentro del Mercado Público de Valledupar (MERCAUPAR), considerando los valores de generación. Primeramente, se definen los Recursos Humanos necesarios:

Tabla 9. Recursos Humanos asociados al proyecto para la sostenibilidad

<b>Recursos Humanos</b>	<b>Responsabilidades y Autoridades</b>	<b>Salarios</b>
Gerente General	Define la visión estratégica y las metas de la empresa. Supervisa todas las operaciones y asegura el cumplimiento de normativas ambientales. Responsable de las decisiones financieras y estratégicas de alto nivel.  Es la máxima autoridad. Contrata y supervisa al Administrador de Apoyo y directamente a los Asesores (Legal y Ambiental) para consultas estratégicas.	\$1.670.500  (incluyendo prestaciones sociales)
Administrador de Apoyo	Maneja las operaciones diarias bajo la dirección del Gerente General. Incluye la administración de recursos humanos, contabilidad, y logística. Coordina con los supervisores de campo la ejecución de las operaciones de recolección y disposición.  Reporta directamente al Gerente General. Contrata y supervisa a los Operarios y a los Supervisores de Campo.	\$1.670.500  (incluyendo prestaciones sociales)

Recursos Humanos	Responsabilidades y Autoridades	Salarios
Supervisores de Campo (1 y 2)	<p>Supervisan las actividades diarias de recolección y disposición de residuos. Aseguran el cumplimiento de las prácticas operativas y de seguridad. Coordina las rutas de recolección y el mantenimiento de equipos.</p> <p>Reportan al Administrador de Apoyo. Dan órdenes directas a los Operarios en actividades de campo</p>	<p>\$1.670.500 (incluyendo prestaciones sociales)</p>
Operarios (1-4)	<p>Realizan la recolección de residuos sólidos, su clasificación y eventual tratamiento o disposición final. Mantienen limpias y ordenadas las áreas de trabajo.</p> <p>Reportan a los Supervisores de Campo. Son la base de la operación de la empresa, ejecutando las tareas operativas diarias.</p>	<p>\$1.670.500 (incluyendo prestaciones sociales)</p>
Contador (Obra Labor)	<p>Gestiona la contabilidad de la empresa, incluyendo el seguimiento de ingresos y gastos, preparación de informes financieros y cumplimiento fiscal.</p> <p>Reporta al Administrador de Apoyo, proporcionando soporte financiero y asegurando la salud financiera de la empresa.</p>	<p>\$500.000 (ocasional)</p>
Asesor Legal (Obra Labor)	<p>Ofrece asesoría legal en todos los aspectos relacionados con la operación de la empresa, desde contratos hasta cumplimiento de normativas ambientales y laborales.</p> <p>Aunque es contratado por el Gerente General, trabaja en estrecha colaboración con el Administrador de Apoyo para abordar asuntos legales cotidianos.</p>	<p>\$1.000.000 (ocasional)</p>
Asesor Ambiental (Obra Labor)	<p>Asegura que la empresa siga las mejores prácticas ambientales y cumpla con las leyes de protección ambiental. Propone iniciativas de sostenibilidad.</p> <p>Similar al Asesor Legal, es contratado por el Gerente General, pero colabora directamente con el Administrador de Apoyo y los Supervisores de Campo para implementar prácticas sostenibles.</p>	<p>\$1.000.000 (ocasional)</p>
<b>Total Puestos Formales (a 12 meses)</b>		<b>\$80.184.000</b>

Recursos Humanos	Responsabilidades y Autoridades	Salarios
	<b>Total Puestos Ocasionales (2 meses)</b>	\$4.000.000
	<b>Total Anual</b>	\$84.184.000

Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

Lo que significa un gran esfuerzo económico para darle sostenibilidad a esta empresa, hay que tener en cuenta, que se puede solventar otra parte de esto con subsidios del estado.



Tabla 10. Costos Materiales asociados al proyecto para la sostenibilidad

Componente	Material	No. Unidades	Unidad de Medida	Costo Unitario	Costo Total
Equipos y Maquinarias	Computadoras de oficina	3	Equipo	\$ 1.500.000	\$ 4.500.000
	Impresora multifuncional	1	Equipo	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
	Vehículos de recolección	2	Equipo	\$ 80.000.000	\$ 160.000.000
	Básculas industriales	2	Equipo	\$ 5.000.000	\$ 10.000.000
	Prensa compactadora de residuos	1	Equipo	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000
	Carros papeleros	4	Equipo	\$ 500.000	\$ 2.000.000
	Sistema de GPS para vehículos	2	Equipo	\$ 200.000	\$ 400.000
Muebles y Enseres	Escritorios y sillas de oficina	3	Enser	\$ 800.000	\$ 2.400.000
	Archivadores	2	Enser	\$ 600.000	\$ 1.200.000
	Estanterías	4	Enser	\$ 400.000	\$ 1.600.000
	Cestas de basura	10	Enser	\$ 100.000	\$ 1.000.000
Herramientas e Instrumentos	Escobas industriales	8	Global	\$ 50.000	\$ 400.000
	Palas de mano	8	Global	\$ 80.000	\$ 640.000
	Cepillos de mano	8	Global	\$ 30.000	\$ 240.000
	Rastrillos	8	Global	\$ 70.000	\$ 560.000
Uniformes y Equipo de Protección Personal (EPP)	Cascos de seguridad	11	Global	\$ 150.000	\$ 1.650.000
	Botas de seguridad	11	Global	\$ 200.000	\$ 2.200.000
	Chalecos reflectantes	11	Global	\$ 100.000	\$ 1.100.000
	Gautes de trabajo resistentes	11	Global	\$ 50.000	\$ 550.000
Productos de Suministros	Papel para impresora	12	Global	\$ 20.000	\$ 240.000
	Toner para impresora	2	Global	\$ 300.000	\$ 600.000
	Desinfectantes	1	Global	\$ 200.000	\$ 200.000

Componente	Material	No. Unidades	Unidad de Medida	Costo Unitario	Costo Total
	Detergentes	1	Global	\$ 200.000	\$ 200.000
	Combustible para vehículos	1	Global	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
Piezas de Repuesto y Mantenimiento	Piezas de repuesto para vehículos	1	Global	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
	Piezas de repuesto para maquinarias	1	Global	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
	Mantenimiento de equipos y vehículos	1	Global	\$ 20.000.000	\$ 20.000.000
Otros Insumos de Oficina	Clips	1	Global	\$ 100.000	\$ 100.000
	Staples	1	Global	\$ 100.000	\$ 100.000
	Notepads	1	Global	\$ 100.000	\$ 100.000
	Bolígrafos	1	Global	\$ 100.000	\$ 100.000
<b>Costo Total</b>					\$ 279.080.000

Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

Conforme a esto, entonces, se asume que el 5% del total será destinado a otros gastos operativos, y se define que el ingreso por consecuencia de los residuos sólidos obedece este orden:

$$Ingresos = \left[ TFS_u \frac{\$}{\text{día}} * n \text{ locales} * \frac{22 \text{ días}}{1 \text{ mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \right] - \left[ CTGMRS * \frac{22 \text{ días}}{1 \text{ mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \right]$$

$$Ingresos = \left[ 2.600 \frac{\$}{\text{día}} * 1184 \text{ locales} * \frac{22 \text{ días}}{1 \text{ mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \right] - \left[ \$ 327.008,31 * \frac{22 \text{ días}}{1 \text{ mes}} * \frac{12 \text{ meses}}{1 \text{ año}} \right]$$

$$Ingresos = \$ 726.367.406,2$$

Además, se tiene en cuenta que los costos totales de los recursos humanos y costos materiales, por año.

Esto permite hacer el análisis de rentabilidad, con la siguiente fórmula:

$$\text{Rentabilidad (\%)} = \frac{\text{Ingresos Totales} - \text{Costos Totales}}{\text{Ingresos Totales}} \times 100$$

Los costos totales corresponden a la sumatoria de los dos presupuestos de recursos humanos y recursos materiales, sumando, además, un 5% de otros costos operativos, que se deriva a partir del valor del ingreso, que corresponde al balance anteriormente realizado:

$$\text{Rentabilidad (\%)} = \frac{\$726.367.406,2 - (\$84.184.000 + \$279.080.000 + \$36.318.375,31)}{\$726.367.406,2} \times 100$$

$$\text{Rentabilidad (\%)} \approx 45\%$$

Esos son los costos percibidos por tarifas en la gestión y el manejo de los residuos sólidos, sin embargo, en un análisis de mercado, también es posible obtener ingresos adicionales por la venta de los elementos reciclados y tener alternativas.

Estos indicadores sugieren que la empresa podría tener un margen de rentabilidad relativamente saludable del 45%, indicando que es capaz de generar ganancias significativas sobre sus ingresos totales después de cubrir todos sus costos. Sin embargo, para mejorar aún más la rentabilidad y avanzar hacia la sostenibilidad financiera, la empresa puede buscar formas de reducir sus costos y/o aumentar sus ingresos.

Algunas estrategias a desarrollar son las siguientes:

- **Maximizar la Separación y Venta de Residuos Aprovechables:** Asegurarse de que la separación de residuos sea lo más eficiente posible para maximizar la cantidad de papel, cartón, plásticos, y metales que pueden ser vendidos. Esto no solo generará ingresos adicionales, sino que también puede reducir los costos asociados con la disposición de residuos.

- **Optimizar el Manejo de Residuos Orgánicos:** Considerando que un 60.99% de los residuos son orgánicos, la empresa podría explorar la posibilidad de compostaje o la generación de biogás como formas de convertir estos residuos en recursos, lo cual podría abrir nuevas fuentes de ingreso o reducir los costos energéticos.
- **Negociar Mejores Precios o Buscar Nuevos Mercados para los Residuos Aprovechables:** Dado que los residuos aprovechables tienen un valor de mercado, la empresa puede buscar negociar mejores precios o encontrar nuevos compradores que estén dispuestos a pagar más por estos materiales.
- **Reducir los Costos Operativos y de Materiales:** Aparte del enfoque en los residuos, la empresa debe seguir buscando maneras de optimizar sus operaciones para reducir los costos. Esto puede incluir mejoras en la eficiencia energética, negociación con proveedores para reducir el costo de materiales, o implementación de tecnologías que reduzcan el uso de recursos.
- **Innovación y Diversificación:** Explorar nuevas oportunidades de negocio que puedan surgir del manejo de residuos, como la creación de productos reciclados o el ofrecimiento de servicios de gestión de residuos a otras empresas.

Por otra parte, analizando la sostenibilidad dependiente y exclusiva de la producción de residuos sólidos, se tiene que la empresa genera un total de 170,060 kilogramos de residuos al mes, de los cuales el 19,05%, es decir, 32.396,43 kilogramos son aprovechables. Al desglosar estos residuos aprovechables por tipo y aplicando los precios por kilogramo para cada uno, se tiene:

- **Papel:** Con el 1.9% del total de residuos aprovechables, genera ingresos de \$30,776.61.
- **Cartón:** Representando el 22.2% de los residuos aprovechables, produce \$2,517,202.61 en ingresos.
- **Plásticos:** Que constituyen el 75.8% de los residuos aprovechables, aportan \$12,278,246.97 en ingresos.

- **Metales:** Siendo solo el 0.2% de los residuos aprovechables, aún generan \$51,834.29 en ingresos.

Esto lleva a un ingreso total de \$14,878,060.48 al mes por la venta de residuos aprovechables.

Este análisis demuestra que, mediante la venta de residuos aprovechables (papel, cartón, plásticos y metales), la empresa puede generar una cantidad significativa de ingresos. Para apoyar la sostenibilidad financiera exclusivamente a partir de los residuos sólidos aprovechables, la empresa debería enfocarse en optimizar aún más la separación y recolección de estos materiales, posiblemente invirtiendo en tecnología o procesos que mejoren la eficiencia de este proceso. Además, la empresa podría explorar nuevos mercados o negociar mejores precios para estos materiales, así como expandir su gama de residuos reciclables para incluir otros tipos de materiales que también puedan tener valor en el mercado.

### **6.3.2. Estrategias De La Cadena Logística**

Las estrategias identificadas en el análisis de sostenibilidad, como resultado para explotar las oportunidades, permiten la clasificación estratégica para la cadena logística inversa, considerando el marco de aplicabilidad de esta, por lo tanto, a continuación, se clasificarán las estrategias según los procesos de post consumo, post venta, post producción y post distribución, que se vean asociados o inmiscuidos.

- *Maximizar la Separación y Venta de Residuos Aprovechables*

Tabla 11. Estrategia: Maximizar la Separación y Venta de Residuos Aprovechables

---

#### **Descripción de la Estrategia**

---

Esta estrategia busca incrementar la eficiencia en la separación y recolección de residuos aprovechables (papel, cartón, plásticos, y metales) directamente desde la fuente. Se enfoca en la implementación de programas de recogida selectiva y la educación de la comunidad sobre la importancia de una correcta separación de residuos, apoyándose en la colaboración con

---

entidades municipales y recicladores locales para asegurar un flujo constante y eficiente de materiales reciclables hacia puntos de procesamiento y venta

### Proceso o Procesos de la Cadena Logística Inversa Involucrados

- **Post Consumo:** Se refiere a la gestión de residuos generados por los consumidores finales.
- **Post Venta:** Incluye la recuperación de residuos y embalajes una vez el producto ha sido vendido.

### Objetivos Específicos de la Estrategia

- i. Aumentar el volumen de residuos aprovechables recolectados directamente de la fuente en un 25% en el primer año.
- ii. Reducir en un 15% los costos asociados a la disposición final de residuos mediante una mayor separación en origen.
- iii. Establecer al menos 50 nuevos puntos de recolección selectiva en áreas clave de Valledupar dentro de los primeros 6 meses.

### Descripción de Actividades para Alcanzar los Objetivos

**Instalación de Puntos de Recolección:** Colocación de contenedores específicos para papel, cartón, plásticos, y metales en lugares estratégicos, incluyendo escuelas, parques, y plazas comerciales.

**Campañas de Concientización:** Desarrollo e implementación de campañas educativas sobre la importancia y el método de separación de residuos, utilizando medios digitales, folletos, y eventos comunitarios.

**Capacitación de Personal y Colaboradores:** Sesiones de formación para el personal involucrado en la recolección y clasificación de residuos, así como talleres para recicladores locales sobre mejores prácticas en la manipulación de materiales reciclables.

### Recurso Humano Implicado y Cantidad

Coordinadores de Proyecto: 2 (Dos)

---

Educadores Ambientales: 5 (Cinco)

Operarios de Recolección: 20 (Veinte)

---

### **Recurso Material y Logístico Implicado y Cantidad**

---

Contenedores de Separación Específicos: 200 unidades (50 para cada tipo de material)

Material Publicitario para Campañas: 10,000 folletos, 200 carteles, acceso a redes sociales y página web.

---

### **Costo por Cada Recurso Humano y Material (en pesos colombianos)**

---

Salario Coordinadores de Proyecto: \$2,000,000 mensuales cada uno.

Salario Educadores Ambientales: \$1,500,000 mensuales cada uno.

Salario Operarios de Recolección: \$1,300,000 mensuales cada uno (salario mínimo).

Costo Contenedores de Separación: \$200,000 cada uno.

Costo Material Publicitario: Aproximadamente \$10,000,000 en total.

---

### **Responsables de la Aplicación de la Estrategia**

- **Alcaldía de Valledupar:** Supervisión general, apoyo logístico y permisos.
- **MERCAUPAR (Mercado Público de Valledupar):** Coordinación de la implementación de puntos de recolección y participación en campañas de concientización.

---

### **Recomendaciones**

- **Monitoreo y Evaluación Continua:** Establecer un sistema de seguimiento para medir el impacto de la estrategia y realizar ajustes conforme sea necesario.
- **Alianzas Estratégicas:** Buscar alianzas con empresas privadas para el financiamiento de contenedores y material educativo.
- **Incentivos para la Comunidad:** Implementar programas de incentivos que motiven la participación ciudadana en la separación de residuos.

- **Ampliación del Programa:** Considerar la expansión del programa a otros tipos de residuos y áreas geográficas basándose en los resultados obtenidos.

Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

- *Optimizar el Manejo de Residuos Orgánicos*

Tabla 12. Estrategia: Optimizar el Manejo de Residuos Orgánicos

---

### **Descripción de la Estrategia**

---

La estrategia consiste en implementar y optimizar sistemas de compostaje y digestores anaeróbicos para el tratamiento de residuos orgánicos generados en los procesos de post producción y post distribución. Al convertir estos residuos en compost y biogás, la empresa no solo puede reducir significativamente los costos asociados con la eliminación de residuos, sino también generar nuevos productos con potencial comercial. Esta iniciativa también contribuye a la sostenibilidad ambiental reduciendo la huella de carbono de la empresa.

---

### **Proceso o Procesos de la Cadena Logística Inversa Involucrados**

---

- **Post Producción:** Manejo de residuos orgánicos resultantes de la producción.
- **Post Distribución:** Gestión de residuos orgánicos derivados de materiales no vendidos o devoluciones.

---

### **Objetivos Específicos de la Estrategia**

---

- i. Procesar el 100% de los residuos orgánicos generados en la producción y distribución.
- ii. Reducir en un 20% los costos de disposición de residuos en el primer año de implementación.
- iii. Generar ingresos adicionales mediante la venta de compost y biogás.

---

### **Descripción de Actividades para Alcanzar los Objetivos**

---

**Implementación de Sistemas de Compostaje y Digestión Anaeróbica:** Adquisición e instalación de equipos necesarios en las instalaciones de la empresa.

---

---

**Capacitación de Personal:** Organización de talleres y cursos de capacitación para el personal encargado del manejo de residuos orgánicos.

**Desarrollo de Canales de Venta para Compost y Biogás:** Identificación de mercados potenciales y establecimiento de acuerdos comerciales para la venta de productos generados.

---

### **Recurso Humano Implicado y Cantidad**

Operadores de Compostaje/Digestión Anaeróbica: 10 personas

Técnicos de Mantenimiento: 3 personas

Especialista en Desarrollo de Negocios (para la venta de compost/biogás): 1 persona

---

### **Recurso Material y Logístico Implicado y Cantidad**

Equipos de Compostaje: 2 unidades

Digestores Anaeróbicos: 2 unidades

Vehículos para Distribución de Compost/Biogás: 2 vehículos

---

### **Costo por Cada Recurso Humano y Material (en pesos colombianos)**

Salario Operadores y Técnicos: \$1,300,000 mensuales cada uno.

Salario Especialista en Desarrollo de Negocios: \$4,000,000 mensuales.

Costo Equipos de Compostaje/Digestión Anaeróbica: Aproximadamente \$100,000,000 por unidad.

Costo Vehículos de Distribución: Aproximadamente \$50,000,000 por vehículo.

---

### **Responsables de la Aplicación de la Estrategia**

- La Alcaldía de Valledupar proporcionará soporte institucional y permisos necesarios.
- MERCAUPAR facilitará la integración de la estrategia dentro de las operaciones del mercado, promoviendo la recogida y el procesamiento de residuos orgánicos.

---

### **Recomendaciones**

- **Estudio de Viabilidad:** Realizar un estudio detallado para evaluar la viabilidad técnica y económica de los sistemas de compostaje y digestión anaeróbica.

- **Asociaciones Estratégicas:** Buscar alianzas con entidades gubernamentales, educativas y ONGs para fortalecer las capacidades técnicas y obtener soporte financiero o subvenciones.
- **Monitoreo y Evaluación:** Implementar un sistema de monitoreo para evaluar la eficacia de la estrategia, permitiendo ajustes operativos y estratégicos basados en el desempeño.
- **Marketing y Sensibilización:** Desarrollar estrategias de marketing para promover los productos generados, así como campañas de sensibilización sobre los beneficios ambientales de la gestión sostenible de residuos orgánicos.

Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

- *Negociar Mejores Precios o Buscar Nuevos Mercados*

Tabla 13. Estrategia: Negociar Mejores Precios o Buscar Nuevos Mercados

### **Descripción de la Estrategia**

Esta estrategia se enfoca en maximizar el valor económico de los residuos aprovechables (papel, cartón, plásticos y metales) mediante la búsqueda activa y negociación con nuevos compradores, tanto en mercados locales como internacionales. Utilizará medios digitales para mejorar la visibilidad y accesibilidad de los materiales reciclables disponibles, con el fin de atraer una mayor cantidad de compradores potenciales y negociar precios más favorables.

### **Proceso o Procesos de la Cadena Logística Inversa Involucrados**

- **Todos los Procesos:** Abarca la recolección, separación, procesamiento y venta de residuos aprovechables. La estrategia actúa transversalmente en la cadena logística inversa, optimizando el flujo de materiales desde su punto de recolección hasta su venta final.

### **Objetivos Específicos de la Estrategia**

- i. Aumentar en un 15% el precio de venta promedio por kilogramo de residuos aprovechables dentro de los primeros 12 meses.

- ii. Adquirir al menos 5 nuevos compradores internacionales en el primer año.
- iii. Incrementar en un 20% el volumen de residuos vendidos mediante plataformas digitales.

---

### **Descripción de Actividades para Alcanzar los Objetivos**

**Desarrollo de Material de Marketing Digital:** Creación de catálogos digitales y contenido para redes sociales y sitios web.

**Participación en Ferias y Eventos Internacionales:** Asistencia a eventos del sector para promover los materiales reciclables y establecer contactos con compradores potenciales.

**Negociaciones con Compradores:** Sesiones de negociación para establecer contratos con nuevos compradores, enfocándose en mejorar los términos de venta.

**Capacitación en Ventas y Marketing Digital:** Formación del equipo de ventas en técnicas de negociación y marketing digital.

---

### **Recurso Humano Implicado y Cantidad**

Gerente de Ventas Internacionales: 1 persona

Especialistas en Marketing Digital: 2 personas

Representantes de Ventas: 4 personas

---

### **Recurso Material y Logístico Implicado y Cantidad**

Suscripciones a Plataformas de Comercio Electrónico: 3 plataformas

Material Promocional: Producción de 500 catálogos, 1000 folletos

Viajes Internacionales: Presupuesto para 5 viajes internacionales para participación en ferias

---

### **Costo por Cada Recurso Humano y Material (en pesos colombianos)**

Salario Gerente de Ventas Internacionales: \$5,000,000 mensuales

Salario Especialistas en Marketing Digital: \$3,500,000 mensuales cada uno

Salario Representantes de Ventas: \$2,000,000 mensuales cada uno

Costo Suscripciones Plataformas de Comercio Electrónico: \$1,000,000 anuales por plataforma

---

Costo Material Promocional: Aproximadamente \$10,000,000 total

Costo Viajes Internacionales: Aproximadamente \$20,000,000 por viaje

---

### Responsables de la Aplicación de la Estrategia

- Alcaldía de Valledupar: Apoyo en la promoción internacional de la iniciativa.
- MERCAUPAR (Mercado Público de Valledupar): Colaboración en la logística y soporte para la participación en ferias y eventos internacionales.

---

### Recomendaciones

- Análisis de Mercado Continuo: Realizar estudios de mercado regularmente para identificar tendencias y oportunidades en la venta de residuos aprovechables.
- Optimización de la Presencia Digital: Mantener actualizadas las plataformas digitales y redes sociales, utilizando SEO y marketing de contenido para mejorar la visibilidad.
- Estrategias de Fidelización: Desarrollar programas de fidelización para compradores recurrentes, ofreciendo condiciones preferenciales o descuentos.
- Seguimiento y Evaluación: Establecer indicadores de desempeño claros para monitorear el éxito de la estrategia y ajustar las tácticas según sea necesario.

---

Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

- *Reducir los Costos Operativos y de Materiales*

Tabla 14. Estrategia: Reducir los Costos Operativos y de Materiales

---

### Descripción de la Estrategia

Esta estrategia se centra en aumentar la eficiencia operativa de la empresa mediante la optimización de las rutas de recolección y distribución de residuos, así como la negociación con proveedores para reducir los costos de los materiales y servicios necesarios para la gestión de residuos. El objetivo es minimizar los costos operativos y de materiales, mejorando al mismo tiempo la eficacia y sostenibilidad de las operaciones.

---

## Proceso o Procesos de la Cadena Logística Inversa Involucrados

---

- **Recolección de Residuos:** Mejora de las rutas para la recolección eficiente de residuos.
- **Distribución de Materiales Reciclados:** Optimización de la logística para la distribución de materiales procesados a compradores o para su reutilización.
- **Negociación de Compras:** Estrategias de negociación con proveedores de equipos y materiales necesarios para el manejo de residuos.

---

## Objetivos Específicos de la Estrategia

---

- i. Reducir los costos operativos relacionados con la recolección y distribución de residuos en un 15% en el primer año.
- ii. Disminuir los costos de adquisición de materiales y servicios necesarios en un 10% mediante negociaciones efectivas con proveedores.
- iii. Implementar un sistema de gestión logística que permita la revisión y optimización continua de procesos.

---

## Descripción de Actividades para Alcanzar los Objetivos

---

**Análisis y Rediseño de Rutas:** Utilizar software de gestión logística para analizar y rediseñar las rutas de recolección y distribución, asegurando la eficiencia máxima.

**Capacitación en Negociación:** Entrenamiento del equipo encargado de compras en técnicas avanzadas de negociación.

**Implementación de Software de Gestión Logística:** Selección e implementación de un sistema software adecuado para la planificación y seguimiento de rutas y recursos.

---

## Recurso Humano Implicado y Cantidad

---

Analista Logístico: 2 personas

Especialista en Compras: 2 personas

Operadores Logísticos: 4 personas

---

---

### **Recurso Material y Logístico Implicado y Cantidad**

---

Software de Gestión Logística: 1 licencia (uso para el equipo logístico)

Equipos de Comunicación: 10 unidades (para operadores y analistas)

---

### **Costo por Cada Recurso Humano y Material (en pesos colombianos)**

---

Salario Analista Logístico: \$3,500,000 mensuales cada uno.

Salario Especialista en Compras: \$3,000,000 mensuales cada uno.

Salario Operadores Logísticos: \$1,500,000 mensuales cada uno.

Costo Software de Gestión Logística: Aproximadamente \$15,000,000 (anual).

Costo Equipos de Comunicación: \$500,000 por unidad.

---

### **Responsables de la Aplicación de la Estrategia**

---

- Alcaldía de Valledupar: Brindar apoyo institucional y facilitar la colaboración entre los diferentes actores involucrados en la gestión de residuos.
  - MERCAUPAR (Mercado Público de Valledupar): Coordinar las actividades de optimización de rutas y actuar como intermediario en la negociación con proveedores.
- 

### **Recomendaciones**

---

- Evaluación Continua: Realizar evaluaciones semestrales de los procesos y ajustar las estrategias según sea necesario para garantizar la mejora continua.
  - Incentivos para Proveedores: Explorar la posibilidad de establecer contratos a largo plazo con proveedores que ofrezcan mejores condiciones o descuentos por volumen.
  - Capacitación Continua: Invertir en la capacitación continua del personal implicado en la logística y negociación para mantener actualizadas sus habilidades y conocimientos.
  - Adopción de Tecnología: Mantenerse al día con las últimas tecnologías en software de gestión logística para aprovechar las mejoras en la eficiencia operativa que estas puedan ofrecer.
-

- **Sostenibilidad:** Considerar el impacto ambiental en la toma de decisiones logísticas para alinear las operaciones con los objetivos de sostenibilidad de la empresa y la comunidad.

Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

- *Innovación y Diversificación*

Tabla 15. Estrategia: Innovación y Diversificación

---

### **Descripción de la Estrategia**

La estrategia de Innovación y Diversificación busca expandir la oferta de productos y servicios de la empresa mediante el desarrollo de soluciones innovadoras basadas en el reciclaje y la gestión de residuos. Esto incluye la creación de nuevos productos, como muebles de cartón reciclado, y la oferta de servicios de consultoría en gestión de residuos para otras empresas. El enfoque está en identificar oportunidades en el mercado que no solo aporten valor ambiental, sino que también generen ingresos adicionales.

---

### **Proceso o Procesos de la Cadena Logística Inversa Involucrados**

- **Post Consumo:** Focalización en la transformación de residuos generados por los consumidores finales en nuevos productos o servicios.

---

### **Objetivos Específicos de la Estrategia**

- i. Lanzar al menos tres nuevos productos derivados de materiales reciclados en el primer año.
- ii. Establecer una nueva línea de consultoría en gestión de residuos, captando al menos 5 clientes empresariales en el primer año.
- iii. Aumentar los ingresos de la empresa en un 10% mediante nuevas líneas de negocio dentro de los primeros dos años.

---

## **Descripción de Actividades para Alcanzar los Objetivos**

---

Investigación y Desarrollo de Productos: Investigación sobre materiales reciclados y diseño de nuevos productos. Realización de prototipos y pruebas de mercado.

Formación de Alianzas: Establecimiento de colaboraciones con universidades y centros tecnológicos para el desarrollo de tecnologías de reciclaje y diseño de productos.

Lanzamiento de Servicios de Consultoría: Desarrollo de un portafolio de servicios de consultoría en gestión de residuos, marketing y ventas a otras empresas.

---

## **Recurso Humano Implicado y Cantidad**

---

Investigadores en I+D: 4 personas

Diseñadores de Productos: 2 personas

Consultores en Gestión de Residuos: 3 personas

---

## **Recurso Material y Logístico Implicado y Cantidad**

---

Laboratorio de I+D y Equipamiento: 1 (incluyendo herramientas de diseño y prototipado)

Materiales Reciclables: Varía según el proyecto, estimación inicial de 10 toneladas anuales

Espacio de Oficina para Consultoría: 1 (capacidad para el equipo de consultores)

---

## **Costo por Cada Recurso Humano y Material (en pesos colombianos)**

---

Salario Investigadores en I+D y Diseñadores de Productos: \$4,000,000 mensuales cada uno.

Salario Consultores en Gestión de Residuos: \$3,500,000 mensuales cada uno.

Costo de Equipamiento para I+D: Aproximadamente \$50,000,000 inicial.

Costo de Materiales Reciclables: Varía, presupuesto inicial de \$20,000,000.

---

## **Responsables de la Aplicación de la Estrategia**

---

- La Alcaldía de Valledupar proporcionará soporte institucional y facilitará la identificación de oportunidades de mercado local.
- MERCAUPAR (Mercado Público de Valledupar): Actuará como socio clave para el suministro de materiales reciclables y promoción de los nuevos productos y servicios.

## Recomendaciones

- Evaluación de Mercado: Realizar un análisis exhaustivo del mercado para identificar necesidades insatisfechas y oportunidades de innovación.
- Prototipado Rápido y Pruebas de Mercado: Utilizar metodologías ágiles para el desarrollo de prototipos y realizar pruebas de mercado tempranas para recoger feedback.
- Marketing Estratégico: Desarrollar estrategias de marketing específicas para promover los nuevos productos y servicios, destacando sus beneficios ambientales y económicos.
- Formación Continua: Invertir en la capacitación continua del equipo en tendencias de sostenibilidad, gestión de residuos y tecnologías de reciclaje.
- Seguimiento y Evaluación: Implementar indicadores de seguimiento para evaluar el impacto y el rendimiento financiero de las nuevas líneas de negocio, ajustando la estrategia según sea necesario.

Nota: Elaborado por los Autores, 2024.

La implementación de las estrategias detalladas anteriormente representa una oportunidad significativa para cualquier empresa en el sector de la gestión de residuos. No solo se abordan los desafíos operativos y económicos inherentes a la gestión de residuos, sino que también se aprovechan las oportunidades de innovación y crecimiento sostenible.

Al enfocarse en la optimización de la cadena logística inversa, la negociación efectiva con proveedores, y la innovación en productos y servicios derivados de residuos, las empresas pueden mejorar significativamente su eficiencia operativa y su posición en el mercado. Además, estas estrategias refuerzan el compromiso de la empresa con la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental, aspectos cada vez más valorados por consumidores, inversores y socios comerciales.

## 7. CONCLUSIONES

La realización de una encuesta de caracterización en el Mercado Público de Valledupar ha sido fundamental para alcanzar con éxito el objetivo de caracterizar la producción per cápita de residuos sólidos ordinarios generados por las actividades comerciales. Este ejercicio meticuloso ha revelado insights valiosos sobre la generación de residuos, los tipos de actividades comerciales y las prácticas de manejo de residuos, ofreciendo una perspectiva cuantitativa y cualitativa detallada de la gestión de residuos en el mercado. Esta información, basada en una sólida fundamentación teórica y un enfoque matemático riguroso, ha destacado la diversidad y complejidad de la gestión de residuos en este ámbito comercial, subrayando la importancia de desarrollar estrategias que mejoren tanto la sostenibilidad ambiental como la eficiencia operativa del MERCAUPAR.

La caracterización detallada de los residuos ha puesto de manifiesto el potencial significativo para la innovación en la gestión de residuos, evidenciando las variaciones estacionales en la producción de residuos y la adopción variada de prácticas de manejo de residuos. Esto sugiere grandes oportunidades para implementar intervenciones dirigidas a minimizar la generación de residuos y promover el reciclaje y la reutilización, apuntando hacia una economía circular. El análisis profundo de los tipos y volúmenes de residuos generados proporciona una base firme para iniciativas de reciclaje y compostaje más eficaces y para la exploración de nuevos productos derivados de residuos.

Por otro lado, el cálculo del valor económico de los costos de manejo y las tarifas de recolección de residuos sólidos ordinarios, guiado por la Resolución CRA 853 de 2018, ha logrado el objetivo de proporcionar una estimación precisa de los costos asociados al manejo de residuos en el mercado. La aplicación meticulosa de las fórmulas de esta resolución, adaptadas al contexto único del mercado, ha permitido calcular con precisión el Costo Fijo Total y el Costo Variable por tonelada de residuos, ofreciendo una valoración ajustada a los estándares nacionales y reflejando los esfuerzos necesarios para una gestión eficiente de residuos en el MERCAUPAR.

La estructura tarifaria resultante, ajustada por un factor de subsidio acorde a la política local, refleja un esfuerzo por equilibrar la cobertura de los costos operativos con la accesibilidad del servicio para los comerciantes. Este enfoque busca no solo garantizar la sostenibilidad financiera del servicio de manejo de residuos, sino también fomentar la inclusión y la participación activa de todos los actores del mercado en prácticas sostenibles de gestión de residuos. Esto subraya un compromiso con la implementación de políticas públicas orientadas a una gestión ambiental responsable, apuntando a mejorar las condiciones de vida en el mercado y la comunidad circundante.

La estrategia para el desarrollo del Modelo Logístico Inverso en el Mercado Público de Valledupar marca un avance significativo hacia una gestión de residuos sostenible y viable económicamente. La identificación de recursos humanos necesarios, la cuantificación de los costos materiales, y la proyección de ingresos han delineado estrategias clave para no solo reducir la generación de residuos, sino también maximizar su aprovechamiento. Este enfoque integrado, desde la optimización de la separación y venta de residuos hasta la innovación en productos derivados del reciclaje, establece un modelo operativo ambiental y financieramente sostenible, alineando los objetivos comerciales con los ambientales.

La implementación de estas estrategias promueve la adopción de un modelo de economía circular en el MERCAUPAR, evidenciando un camino hacia la sostenibilidad mediante la mejora en la eficiencia operativa y la generación de nuevos ingresos. Este enfoque no solo beneficia económicamente a los comerciantes, reduciendo sus costos y abriendo nuevas oportunidades de ingresos, sino que también fomenta el bienestar ambiental y social de Valledupar, estableciendo prácticas de gestión de residuos responsables que pueden servir de modelo para otras iniciativas a nivel nacional y regional.

## 8. RECOMENDACIONES

En el proceso de abordar los retos presentes en la gestión de residuos sólidos y la promoción de modelos de economía circular en espacios como el Mercado Público de Valledupar, es fundamental la integración de principios de economía circular profundos en las políticas de gestión de residuos. Esta integración demanda un rediseño en la manera en que los productos son concebidos, promoviendo la máxima extensión de la vida útil de los materiales y minimizando la generación de residuos. La adopción de conceptos como el diseño regenerativo y el enfoque de cero residuos puede transformar significativamente la gestión de residuos en los mercados públicos, impulsando la innovación y fomentando prácticas sostenibles que benefician tanto al ambiente como a la economía local.

Paralelamente, la implementación de Modelos de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) en el contexto de los mercados públicos sugiere un cambio en el paradigma de producción y consumo. Esta teoría propone que los productores y proveedores asuman responsabilidades sobre el ciclo de vida completo de sus productos, lo que podría traducirse en políticas y programas que promuevan la recuperación de materiales y el diseño de productos más sostenibles. La aplicación de REP puede ser un catalizador para reducir la generación de residuos, al incentivar la participación activa de los comerciantes en prácticas de manejo de residuos más responsables y sostenibles.

Además, la adopción de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para la optimización de la gestión logística de residuos se perfila como una estrategia crucial. Los SIG ofrecen herramientas valiosas para la planificación espacial y la gestión eficiente, permitiendo la optimización de rutas de recolección y la ubicación estratégica de centros de reciclaje y compostaje. Esta tecnología facilita una gestión más informada y eficiente, reduciendo los costos operativos y mejorando la capacidad de respuesta ante los patrones de generación de residuos.

Desde una perspectiva metodológica, es imprescindible promover la implementación de metodologías participativas en la gestión de residuos. La inclusión activa de todos los actores del mercado en el proceso de toma de decisiones y en la implementación de estrategias de gestión de residuos no solo mejora la efectividad de estas iniciativas, sino que también fomenta un sentido de propiedad y compromiso hacia la sostenibilidad ambiental. Utilizar herramientas como talleres, encuestas y mesas redondas puede facilitar el diseño de estrategias que sean socialmente aceptadas y efectivamente implementadas.

El empleo del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) como herramienta metodológica brinda una perspectiva integral sobre los impactos ambientales asociados a la gestión de residuos, desde la recolección hasta la disposición final. Esta herramienta permite identificar los aspectos más críticos del proceso, facilitando la implementación de soluciones dirigidas a minimizar los impactos negativos sobre el ambiente. La aplicación del ACV respalda una toma de decisiones basada en evidencia, promoviendo prácticas de manejo de residuos que son tanto eficientes como sostenibles.

Para asegurar el avance continuo en el estudio y práctica de la gestión de residuos, es vital expandir la investigación a diferentes contextos y explorar la integración de tecnologías emergentes. Esto permitirá no solo comprender mejor las dinámicas de gestión de residuos en diversos entornos, sino también adaptar soluciones innovadoras a las necesidades cambiantes de la gestión de residuos. Evaluaciones a largo plazo de las estrategias implementadas, que consideren impactos ambientales, económicos y sociales, son fundamentales para ajustar las prácticas a las realidades evolutivas, moviéndose hacia modelos de gestión de residuos que sean verdaderamente sostenibles y beneficiosos para toda la comunidad.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acciona Sostenibilidad. (2019). *¿EN QUÉ CONSISTE LA ECONOMÍA CIRCULAR?* Obtenido de Acciona Sostenibilidad: [https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/en-que-consiste-la-economia-circular/?\\_adin=02021864894](https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/en-que-consiste-la-economia-circular/?_adin=02021864894)
- Acosta, E., & Ibañez, J. (2017). *GENERANDO CONCIENCIA SOBRE EL MANEJO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS EN LOS ESTUDIANTES DEL INSTITUTO TECNICO INDUSTRIAL LUCIO PABÓN NUÑÉZ, SEDE CRISTO REY, EN EL MUNICIPIO DE OCAÑA NORTE DE SANTANDER*. Ocaña, N. de S.: IEES Formación Complementaria.
- Aguirre, A., & Cárdenas, M. (2017). Modelo de gestión de residuos sólidos en plazas de mercado: Caso de estudio Plaza Minorista de Medellín, Colombia. *Revista Científica de Administración*, 15-22.
- Ahmad, A., Ahsan, A., & Usmani, J. (2017). Modelo de optimización para la gestión de residuos sólidos en una zona urbana: Un estudio de caso de la ciudad de Aligarh, India. *Revista Internacional de Investigación Ambiental y Salud Pública*, 1222.
- Alcaldía de Medellín. (21 de Agosto de 2021). *¿Qué es la separación en la fuente?* Obtenido de Alcaldía de Medellín Distrito de Ciencia, Tecnología e Innovación: <https://www.medellin.gov.co/es/preguntas-frecuentes/que-es-la-separacion-en-la-fuente/>
- Arrieta, C. (2022). *Diseño de un sistema de logística inversa de manejo de residuos en la empresa Liteyca en la ciudad de Sincelejo, Sucre*. Corozal, Sucre: Universidad Nacional Abierta y a Distancia .
- Aseos del Norte S.A.S. E.S.P. (2024). *Costo, Tarifas y Subsidios asignados para la ciudad de Valledupar con base al Acuerdo del Concejo Municipal No. 005 de 23 de mayo de 2018*. Valledupar, Cesar, Colombia: Aseo del Norte S.A.S E.S.P. Obtenido de <https://valledupar.interaseo.com.co/wp-content/uploads/sites/58/2024/02/Formato-de-publicacion-Valledupar-Febrero-2024.pdf>

Asociación Civil Argentina Pro Reciclado del PET. (s.f.). *La Importancia de Reciclar*. Buenos Aires, Argentina: ARPET.

Ayala, C. (12 de Noviembre de 2021). *¿Cómo funciona la logística inversa y sus beneficios?* Obtenido de handwaremarket: <https://www.handwaremarket.com/post/como-funciona-la-logistica-inversa-y-sus-beneficios>

Banco Mundial. (20 de septiembre de 2018). *Los desechos 2.0: Un panorama mundial de la gestión de desechos sólidos hasta 2050*. Obtenido de Banco Mundial BIRF+AIF: <https://www.bancomundial.org/es/news/infographic/2018/09/20/what-a-waste-20-a-global-snapshot-of-solid-waste-management-to-2050>

Banco Mundial. (20 de septiembre de 2018). *Los desechos: un análisis actualizado del futuro de la gestión de los desechos sólidos*. Obtenido de Banco Mundial BIRF+AIF: <https://www.bancomundial.org/es/news/immersive-story/2018/09/20/what-a-waste-an-updated-look-into-the-future-of-solid-waste-management#:~:text=En%20general%2C%20el%2013%2C5,5%2C5%20%25%20se%20composta.>

Becerra, R. (2020). *"Manejo de Residuos Sólidos" una revisión sistemática de la literatura científica de los últimos 09 años*. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/23483/Becerra%20Romero%20Randy%20Omar.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Bernache, G. (2015). La gestión de los residuos sólidos: un reto para los gobiernos locales. *Sociedad y Ambiente*, 72-98. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4557/455744912004.pdf>

Blumberg, P., Atasu, A., & Heese, H. (2018). Gestión de devoluciones de productos en la venta en línea: el impacto de la política de devoluciones en la entrega gratuita de ida y vuelta. *Manufacturing & Service Operations Management*, 63-81.

- Carlín, L., Solís, H., & Barboza, D. (2023). La importancia de la gestión ambiental y el manejo de los residuos sólidos. *Gestionar revista de empresa y gobierno*, 36-49. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/367105988\\_La\\_importancia\\_de\\_la\\_gestion\\_ambiental\\_y\\_el\\_manejo\\_de\\_los\\_residuos\\_solidos](https://www.researchgate.net/publication/367105988_La_importancia_de_la_gestion_ambiental_y_el_manejo_de_los_residuos_solidos)
- Casas, J., Repullo, J., & Donado, J. (2002). La encuesta como técnica de investigación. Elaboración de cuestionarios y tratamiento estadístico de los datos (I). *Revista Investigación*, 143-162. Obtenido de <http://www.unidaddocentemfyclaspalmas.org.es/resources/9+Aten+Primaria+2003.+La+Encuesta+I.+Cuestionario+y+Estadistica.pdf>
- Castellanos, A. (2015). *Logística comercial internacional*. Universidad del Norte.
- Colombia tendrá un código de colores para el reciclaje unificado en todo el país. (14 de Enero de 2020). Obtenido de Residuos Profesional: <https://www.residuosprofesional.com/colombia-codigo-colores-reciclaje/>
- DANE. (s.f.). *Hoja Metodologica de Indicadores Cuenta Stelite Ambiental*. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas.
- David, R., Ngulube, P., & Dube, A. (2013). A cost-benefit analysis of document management strategies used at a financial institution in Zimbabwe: A case study. *Journal of Information Management*, 15(2). doi:10.4102/sajim.v15i2.540
- El Pilón. (2020). *¿Es posible construir un nuevo mercado público para Valledupar?* el pilón.
- El Pilón. (24 de Septiembre de 2022). *¿Hasta cuándo van las carromulas en Valledupar?: autoridades responden*. Obtenido de Diario El Pilón: <https://elpilon.com.co/hasta-cuando-van-las-carromulas-en-valledupar-autoridades-responden/>
- Genovese, A., Lenny Koh, S. C., Bruno, G., Esposito, E., & Jiang, Y. (2018). Economía circular: una nueva perspectiva para mitigar la interrupción de la cadena de suministro. *Journal of Cleaner Production*, 605-615.

- Ghiani, G., Laporte, G., & Musmanno, R. (2013). *Introducción a la gestión de sistemas logísticos (2da ed.)*. John Wiley & Sons.
- Hernández S., R., & Mendoza T., C. (2018). *Metodología de la Investigación las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Ciudad de México D.F.: McGraw Hill.
- Hernández S., R., Fernández C., C., & Baptista L., P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México D.F.: McGraw Hill.
- Huisingh, D., & Ramos-Mejia, A. (2015). Logística Inversa para la Gestión de Residuos Orgánicos en Supermercados: Un Estudio de Caso en Cataluña, España. *Journal of Cleaner Production*, 204-213.
- IDEAM. (s.f.). *Residuos*. Obtenido de IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/web/siac/residuos>
- Iglesias, A. (2018). *Manual de Logística Inversa*. ESIC.
- INCP. (25 de Diciembre de 2015). *Relación Beneficio/Costo, ¿por qué es importante tenerla en cuenta para la planeación de un proyecto?* Obtenido de Instituto Nacional de Contadores Públicos: <https://incp.org.co/relacion-beneficiocosto-por-que-es-importante-tenerla-en-cuenta-para-la-planeacion-de-un-proyecto/>
- Kannan, G., Khodaverdi, R., Olfat, L., Jafarian, A., & Diabat, A. (2013). Método integrado de toma de decisiones de múltiples criterios difusos y enfoque de programación multiobjetivo para la selección de proveedores y la asignación de pedidos en una cadena de suministro verde. *Journal of Cleaner Production*, 355-367.
- Mafakheri, F., Breton, M., & Sarmadivaleh, M. (2013). Un enfoque multiobjetivo para el diseño de redes de logística inversa. *International Journal of Production Economics*, 190-198.
- MinAmbiente. (2005). Decreto 4741 de 2005. *Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial*.
- MINAMBIENTE. (30 de Diciembre de 2020). *Colombia iniciará el 2021 con nuevo código de colores para la separación de residuos*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo

Sostenible : <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/colombia-iniciara-el-2021-con-nuevo-codigo-de-colores-para-la-separacion-de-residuos/#:~:text=Bogot%C3%A1%2C%2030%20de%20diciembre%20de%202020%20%2DMADS%2D.&text=Los%20colores%20son%3A,>

MINVIVIENDA. (2005). *Decreto 4741 - 2005 Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral*. Bogotá D.C.: Imprenta Nacional de Colombia.

MINVIVIENDA. (03 de Agosto de 2022). *Aprovechamiento*. Obtenido de Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio: <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico/gestion-institucional/gestion-de-residuos-solidos/aprovechamiento>

Monterrosa, H. (10 de enero de 2019). *Colombia podría aprovechar 40% de las toneladas de residuos que genera anualmente*. Obtenido de La República: <https://www.larepublica.co/responsabilidad-social/colombia-podria-aprovechar-cerca-de-40-de-los-11-6-millones-de-toneladas-de-residuos-que-genera-al-ano-2813141#:~:text=Actualmente%2C%20en%20Colombia%20se%20generan,se%20recicla%20alrededor%20de%2017%25.>

Montoya, A. (2012). Caracterización de Residuos. *Cuaderno ACTIVA*, ISSN 2027-8101, 67-72.

Murra, J. (2017). *Diseño de un Modelo Para la Gestion Integral de Logistica Inversa en el Manejo de Residuos Hospitalarios, Bajo un Enfoque de Programacion Lineal Entera Multicriterio*. Cartagena: Universidad Tecnologica de Bolivar .

Nawzad, H. I., Bilal, H. A., & Kareem, S. A. (2019). Diseño de una red de logística inversa para la gestión de residuos sólidos domésticos en Sulaimani, región del Kurdistán de Iraq. *Revista Ingeniería Industrial*, 119-130.

Ochoa, O. (Septiembre de 2009). *Recolección y disposición final de los desechos sólidos, zona metropolitana. Caso: Ciudad Bolivar*.

ONU. (12 de octubre de 2018). *Cómo la basura afecta al desarrollo de América Latina*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas: <https://news.un.org/es/story/2018/10/1443562#:~:text=Un%20tercio%20de%20todos%20los,el%20agua%20y%20el%20aire.>

ONU. (2023). *Datos y Cifras de las Naciones Unidas en materia Ambiental*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures#:~:text=Becca%20McChaffie%2FUnsplash.-,Residuos,de%20gases%20de%20efecto%20invernadero.>

PDM. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal de Valledupar*.

Rivas, C. (2018). *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Santiago, J., & Orozco, J. (2016). *Descripción de los principales conflictos socioambientales en la ciudad de Valledupar*. Universidad Popular del Cesar.

Semana. (25 de febrero de 2020). *12 gráficas que demuestran que aún somos un país en desarrollo*. Obtenido de Revista Semana Sección Dinero: Economía: <https://www.semana.com/edicion-impresa/pais/articulo/por-que-seguimos-siendo-un-pais-en-desarrollo/282087/>

Semanario La Calle. (09 de Agosto de 2020). *Dejaron cundir de Covid-19 el mercado público y les tocó cerrarlo*. Obtenido de Periódico Digital Semanario La Calle: <https://semanariolacalle.com/dejaron-cundir-de-covid-19-el-mercado-publico-y-les-toco-cerrarlo/>

Shewhart, W. A. (1939). *Statistical method from the viewpoint of quality control*. The Graduate School, The Department of Agriculture.

Torrado, M. (2004). Estudios de encuesta. En R. Bisquerra Metodología de la investigación. *Estudios de encuesta*, 231-257. Barcelona, La Muralla, España: Educativa. Obtenido de [https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/19822/1/Estudio\\_de\\_encuesta\\_Capitulo.pdf](https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/19822/1/Estudio_de_encuesta_Capitulo.pdf)

UNEP / Oceans & Seas. (19 de junio de 2019). *El Caribe aborda el flagelo de la contaminación por plásticos*. Obtenido de Organización de las Naciones Unidas Programa para el Medio Ambiente: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/el-caribe-aborda-el-flagelo-de-la-contaminacion-por-plasticos#:~:text=De%2070%25%20a%2085%25%20de,la%20regi%C3%B3n%20del%20Gran%20Caribe.>


UNICESAR. (2021). *Acuerdo N°003 del 08 de julio de 2021 “por medio del cual se adoptan las líneas de investigación de los programas de Pregrado de la Facultad de Ingeniería y Tecnológicas sede Valledupar, y se dictan otras disposiciones”*. Valledupar, Cesar: Universidad Popular del Cesar.

UNICESAR. (2023). *Lineamientos y Guía Orientadora para la Estructuración de Informes de Prácticas Académicas en el Programa de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Popular del Cesar*. Valledupar, Cesar, Colombia: Universidad Popular del Cesar.



## ANEXOS

### ANEXO A – Carta de Autorización

 <p>Calidad y Servicio</p>	MERCAUPAR LTDA.	NIT: 824.000.755-1
	MERCADO POPULAR DE VALLEDUPAR	Fecha: 17/08/2023
		Versión: 1.0
		Pág: 1/1

Señores  
DANIELA MARCELA GONZALEZ BARRIOS  
JULIO DAVID SORIANO AMAYA  
Estudiantes  
Ingeniería Ambiental  
UNICESAR

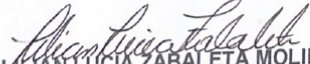
Cordial saludo.

Por medio de la presente, autorizamos a ustedes, para desarrollar su proyecto de grado denominado: **DISEÑO DE UN MODELO LOGISTICO INVERSO, PARA EL RECICLADO DE RESIDUOS APROVECHABLES Y ORGANICOS, GENERADOS EN EL MERCADO PUBLICO LA CIUDAD DE VALLEDUPAR.**

Agradecemos humildemente, que hayan escogido a nuestra empresa, para realizar este estudio, con el fin de mejorar las practicas ambientales que se realizan en esta plaza de mercado.

Quedamos atentos a lo que necesiten para contribuir al desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

  
LILIAN LUCIA ZABALETA MOLINA  
Gerente MERCAUPAR LTDA.

Copia archivo  
JULIO SORIANO

Valledupar- Cesar, Correo Electrónico: [mercaupar\\_ltda@outlook.com](mailto:mercaupar_ltda@outlook.com) Teléfono 5602302-304 5442885, Nit: 824000755-1

**ANEXO B – Encuesta de Caracterización**

ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS.						
1. INFORMACIÓN GENERAL						
Nombre de la persona				Identificación		
Nombre del local				Código		
Tipo de actividad comercial						
Número de personas que trabajan en el local			No. de contacto			
2. CUESTIONARIO SOCIOECONÓMICO						
Nivel educativo	Ninguno	Primaria	Bachiller	Técnico/tecnólogo	Universitario	Posgrado
Rango de ingreso mensual	Menos de 1 millón de pesos	Entre 1 y 2 millones de pesos	Entre 2 y 3 millones de pesos	Más de 3 millones de pesos		
3. PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS						
Tipo de residuos que genera su local (puede elegir varios)	Orgánicos	Aprovechables	Peligroso	Otros (Especificar)		
¿Cuántos kilogramos de residuos sólidos aproxima que su local genera diariamente?	Menos de 1kg	Entre 1 y 5kg	Entre 5 y 10kg	Más de 10kg		
¿Ha notado un aumento en la producción de residuos sólidos en ciertas temporadas comerciales?				Si	No	
En caso afirmativo, ¿durante qué temporadas comerciales nota este aumento?	Navidad	Semana Santa	Temporada escolar	Otra (especificar)		
¿Qué medidas ha implementado para reducir la producción de residuos sólidos en su local?						
¿Cuenta con servicios de recolección de residuos sólidos?				Si	No	
Si la respuesta es sí, ¿con qué frecuencia se realizan los servicios de recolección?	Diariamente	Cada 2 días	Semanalmente	Otro(especificar)		
4. PARTICIPACIÓN EN EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN						
¿Estaría interesado en participar en futuras actividades relacionadas con este proyecto de investigación sobre la gestión de residuos sólidos?				Si	No	
En caso afirmativo, ¿cómo prefiere ser contactado?	Teléfono	Correo electrónico		Otro (especificar)		
Al suministrar sus datos personales, usted otorga su consentimiento y autorización para que dicha información sea empleada únicamente con propósitos académicos. Dicha información será tratada conforme a las normativas legales vigentes y no se revelará ni compartirá sin su autorización expresa. (Ley 1581 de 2012 de Protección de Datos Personales)						

**ANEXO C – Base de Datos de la Encuesta**
*Primera parte de la encuesta.*

Tipo de actividad comercial	Número de personas que trabajan en el local	Nivel educativo	Rango de ingreso mensual	Ingreso	Ingreso
venta de carne de pescado	7	primaria	3741093	37	3700000
venta de frutas	4	primaria	4558231	45	4500000
venta de plantas	8	técnico	6300385	63	6300000
venta de frutas	5	universitario	5080389	50	5000000
venta de verduras	7	técnico	3661909	36	3600000
venta de varios	10	universitario	4656138	46	4600000
venta de abarrotes	3	técnico	2110078	21	2100000
venta de carne de pescado	7	universitario	3915631	39	3900000
venta de varios	8	universitario	3404104	34	3400000
venta de verduras	5	secundaria	4008187	40	4000000
venta de cárnicos	4	primaria	3659066	36	3600000
venta de cárnicos	8	secundaria	6173125	61	6100000
venta de verduras	8	técnico	4148815	41	4100000
venta de frutas	3	técnico	6024066	60	6000000
venta de productos lácteos	6	técnico	6506259	65	6500000
venta de productos lácteos	5	secundaria	6135314	61	6100000
venta de frutas	2	técnico	2910681	29	2900000
venta de cárnicos	8	secundaria	3607618	36	3600000
venta de cárnicos	6	universitario	5896830	58	5800000
venta de carne de pescado	2	universitario	6336787	63	6300000
venta de cárnicos	5	técnico	4755423	47	4700000
venta de varios	1	primaria	4033350	40	4000000
venta de cárnicos	10	secundaria	4311987	43	4300000
venta de plantas	6	primaria	6596200	65	6500000
venta de carne de pescado	9	técnico	6671399	66	6600000
venta de abarrotes	1	primaria	2071295	20	2000000

Tipo de actividad comercial	Número de personas que trabajan en el local	Nivel educativo	Rango de ingreso mensual	Ingreso	Ingreso
venta de cárnicos	10	secundaria	2743974	27	2700000
venta de frutas	3	primaria	7081425	70	7000000
venta de abarrotes	7	universitario	5445376	54	5400000
venta de varios	4	secundaria	5612600	56	5600000
venta de frutas	9	técnico	2825816	28	2800000
venta de abarrotes	3	técnico	2374705	23	2300000
venta de frutas	5	primaria	5717270	57	5700000
venta de varios	3	técnico	3856926	38	3800000
venta de carne de pescado	7	técnico	3658845	36	3600000
venta de plantas	5	primaria	4026793	40	4000000
venta de varios	9	universitario	2554594	25	2500000
venta de varios	7	técnico	2147718	21	2100000
venta de frutas	2	técnico	6839567	68	6800000
venta de carne de pescado	4	universitario	5504473	55	5500000
venta de verduras	9	técnico	4204664	42	4200000
venta de productos lácteos	2	secundaria	6341747	63	6300000
venta de cárnicos	10	primaria	3519163	35	3500000
venta de cárnicos	9	secundaria	6567920	65	6500000
venta de plantas	10	primaria	2686976	26	2600000
venta de plantas	5	secundaria	4472189	44	4400000
venta de cárnicos	2	universitario	5141259	51	5100000
venta de productos lácteos	4	secundaria	2117796	21	2100000
venta de cárnicos	7	primaria	3241082	32	3200000
venta de verduras	8	secundaria	7184502	71	7100000
venta de productos lácteos	3	universitario	6892680	68	6800000
venta de plantas	1	secundaria	6892306	68	6800000
venta de abarrotes	4	técnico	6114639	61	6100000
venta de frutas	2	primaria	4688130	46	4600000
venta de verduras	8	secundaria	5674515	56	5600000
venta de verduras	4	secundaria	3579159	35	3500000

Tipo de actividad comercial	Número de personas que trabajan en el local	Nivel educativo	Rango de ingreso mensual	Ingreso	Ingreso
venta de carne de pescado	2	primaria	2907317	29	2900000
venta de plantas	6	técnico	4485367	44	4400000
venta de plantas	6	secundaria	6515488	65	6500000
venta de varios	10	técnico	2668234	26	2600000
venta de verduras	4	secundaria	2378480	23	2300000
venta de varios	6	primaria	2791971	27	2700000
venta de varios	2	primaria	2501157	25	2500000
venta de frutas	10	primaria	6378727	63	6300000
venta de varios	2	técnico	6124499	61	6100000
venta de productos lácteos	10	secundaria	4613501	46	4600000
venta de cárnicos	4	primaria	7106799	71	7100000
venta de abarrotes	8	secundaria	4921944	49	4900000
venta de plantas	7	primaria	6327576	63	6300000
venta de productos lácteos	9	técnico	6962140	69	6900000
venta de abarrotes	8	técnico	5083153	50	5000000
venta de verduras	5	primaria	4799487	47	4700000
venta de verduras	2	universitario	4904941	49	4900000
venta de verduras	5	secundaria	4100021	41	4100000
venta de productos lácteos	8	universitario	6975778	69	6900000
venta de productos lácteos	10	secundaria	3360828	33	3300000
venta de plantas	9	primaria	2618467	26	2600000
venta de cárnicos	9	secundaria	4135619	41	4100000
venta de carne de pescado	1	técnico	5955488	59	5900000
venta de varios	9	técnico	7072148	70	7000000
venta de verduras	7	técnico	6674351	66	6600000
venta de frutas	9	secundaria	3707923	37	3700000
venta de cárnicos	8	técnico	7134207	71	7100000
venta de frutas	1	técnico	2128391	21	2100000
venta de plantas	8	primaria	3017026	30	3000000
venta de plantas	8	secundaria	6301754	63	6300000

*Segunda parte de la encuesta.*

Tipo de residuos que genera su local	Cantidad de residuos sólidos generados	Aumento de R.S.	Temporadas comerciales con aumento de residuos
['orgánicos', 'otros', 'peligroso']	17	Sí	['navidad', 'festival vallenato']
['orgánicos', 'peligroso']	23	Sí	['festivos católicos']
['orgánicos']	22	No	['semana santa', 'festival vallenato', 'temporada escolar']
['otros', 'orgánicos', 'aprovechables']	29	Sí	['temporada escolar', 'navidad', 'festival vallenato', 'semana santa', 'festivos católicos']
['otros', 'aprovechables']	18	Sí	['navidad', 'temporada escolar', 'festivos católicos']
['peligroso']	19	No	['festival vallenato', 'navidad']
['orgánicos', 'aprovechables', 'peligroso']	24	Sí	['temporada escolar', 'festivos católicos', 'navidad']
['peligroso']	8	No	['navidad']
['peligroso', 'otros', 'orgánicos', 'aprovechables']	6	Sí	['temporada escolar', 'semana santa', 'festival vallenato']
['orgánicos']	15	No	['temporada escolar', 'festival vallenato']
['aprovechables']	28	Sí	['temporada escolar', 'navidad', 'festival vallenato', 'semana santa']
['aprovechables', 'otros']	23	No	['festival vallenato', 'navidad']
['aprovechables', 'otros', 'peligroso', 'orgánicos']	30	Sí	['semana santa', 'festival vallenato', 'navidad']
['aprovechables']	24	No	['semana santa', 'temporada escolar', 'navidad']
['otros', 'orgánicos', 'aprovechables', 'peligroso']	7	Sí	['festivos católicos', 'festival vallenato', 'semana santa']
['orgánicos', 'otros']	24	Sí	['semana santa', 'festival vallenato']
['orgánicos', 'peligroso', 'aprovechables']	26	No	['temporada escolar', 'festivos católicos']
['orgánicos', 'aprovechables']	19	Sí	['temporada escolar', 'semana santa', 'festival vallenato', 'festivos católicos', 'navidad']
['otros', 'orgánicos', 'peligroso']	28	Sí	['festival vallenato', 'temporada escolar']
['peligroso', 'orgánicos']	10	Sí	['festivos católicos', 'festival vallenato', 'semana santa', 'navidad', 'temporada escolar']

Tipo de residuos que genera su local	Cantidad de residuos sólidos generados	Aumento de R.S.	Temporadas comerciales con aumento de residuos
['aprovechables', 'peligroso', 'otros', 'orgánicos']	16	Sí	['semana santa']
['aprovechables', 'orgánicos']	24	Sí	['semana santa', 'temporada escolar']
['otros', 'orgánicos']	13	Sí	['semana santa', 'navidad', 'festivos católicos', 'temporada escolar', 'festival vallenato']
['peligroso', 'aprovechables']	29	No	['navidad', 'festivos católicos']
['otros', 'aprovechables']	10	Sí	['temporada escolar', 'navidad']
['peligroso']	17	Sí	['navidad', 'semana santa', 'festival vallenato']
['orgánicos', 'peligroso', 'otros', 'aprovechables']	29	No	['festivos católicos', 'temporada escolar', 'semana santa']
['orgánicos', 'aprovechables', 'otros']	8	No	['semana santa', 'festival vallenato', 'navidad']
['otros', 'orgánicos']	6	Sí	['festivos católicos', 'navidad', 'temporada escolar', 'semana santa', 'festival vallenato']
['otros', 'aprovechables']	26	Sí	['festival vallenato']
['peligroso', 'otros', 'orgánicos']	14	Sí	['temporada escolar', 'festivos católicos', 'semana santa', 'navidad', 'festival vallenato']
['peligroso', 'orgánicos']	14	Sí	['navidad']
['peligroso', 'orgánicos', 'otros', 'aprovechables']	21	Sí	['festivos católicos', 'semana santa']
['aprovechables', 'otros']	18	Sí	['navidad']
['aprovechables', 'peligroso', 'otros', 'orgánicos']	15	Sí	['semana santa', 'navidad']
['peligroso', 'otros', 'orgánicos', 'aprovechables']	12	Sí	['temporada escolar', 'semana santa', 'festival vallenato', 'festivos católicos', 'navidad']
['otros', 'orgánicos', 'peligroso', 'aprovechables']	13	No	['navidad', 'festivos católicos', 'temporada escolar', 'semana santa', 'festival vallenato']
['peligroso', 'aprovechables', 'orgánicos']	29	No	['navidad']
['peligroso', 'orgánicos', 'otros', 'aprovechables']	15	Sí	['navidad', 'semana santa', 'temporada escolar', 'festivos católicos', 'festival vallenato']
['aprovechables']	20	Sí	['navidad', 'semana santa']
['orgánicos', 'otros', 'peligroso', 'aprovechables']	9	Sí	['festivos católicos']

Tipo de residuos que genera su local	Cantidad de residuos sólidos generados	Aumento de R.S.	Temporadas comerciales con aumento de residuos
['peligroso']	10	No	['festival vallenato', 'festivos católicos', 'navidad']
['otros', 'aprovechables', 'orgánicos']	17	Sí	['navidad', 'festival vallenato', 'temporada escolar', 'festivos católicos', 'semana santa']
['otros']	16	Sí	['semana santa']
['orgánicos']	11	No	['festival vallenato', 'navidad']
['peligroso', 'otros']	13	No	['semana santa', 'navidad', 'festival vallenato', 'temporada escolar']
['peligroso']	12	No	['festival vallenato', 'festivos católicos']
['aprovechables']	21	Sí	['festival vallenato', 'temporada escolar', 'festivos católicos', 'navidad']
['aprovechables', 'otros']	30	Sí	['semana santa']
['otros', 'orgánicos', 'peligroso', 'aprovechables']	29	Sí	['festival vallenato', 'navidad', 'festivos católicos']
['peligroso', 'aprovechables']	5	No	['navidad', 'temporada escolar', 'semana santa', 'festivos católicos', 'festival vallenato']
['aprovechables', 'otros', 'peligroso', 'orgánicos']	8	No	['festival vallenato', 'festivos católicos', 'semana santa', 'navidad', 'temporada escolar']
['orgánicos', 'peligroso']	8	Sí	['festival vallenato', 'festivos católicos', 'semana santa']
['orgánicos']	9	Sí	['festivos católicos', 'semana santa', 'festival vallenato', 'navidad', 'temporada escolar']
['otros', 'aprovechables', 'peligroso', 'orgánicos']	22	Sí	['semana santa', 'festivos católicos', 'festival vallenato', 'navidad']
['peligroso']	11	No	['navidad', 'festivos católicos', 'festival vallenato']
['orgánicos', 'peligroso', 'otros']	19	No	['temporada escolar', 'festival vallenato', 'semana santa', 'festivos católicos']
['orgánicos']	16	Sí	['festivos católicos', 'festival vallenato']
['peligroso', 'orgánicos', 'otros']	4	Sí	['semana santa']
['peligroso', 'aprovechables']	25	Sí	['semana santa', 'navidad']
['otros']	23	No	['navidad', 'semana santa', 'festival vallenato']
['orgánicos']	20	No	['semana santa', 'navidad']
['peligroso', 'orgánicos', 'aprovechables', 'otros']	10	No	['festivos católicos']

Tipo de residuos que genera su local	Cantidad de residuos sólidos generados	Aumento de R.S.	Temporadas comerciales con aumento de residuos
['aprovechables', 'peligroso', 'otros', 'orgánicos']	28	Sí	['festival vallenato', 'temporada escolar', 'navidad', 'semana santa']
['otros', 'aprovechables', 'orgánicos']	16	Sí	['semana santa', 'navidad', 'festival vallenato', 'temporada escolar', 'festivos católicos']
['peligroso', 'aprovechables', 'otros']	7	Sí	['festival vallenato', 'temporada escolar', 'navidad', 'festivos católicos']
['aprovechables', 'otros']	7	Sí	['temporada escolar', 'festivos católicos']
['orgánicos', 'otros', 'aprovechables', 'peligroso']	9	No	['semana santa', 'navidad', 'temporada escolar', 'festival vallenato']
['otros']	22	No	['festival vallenato', 'semana santa', 'navidad', 'temporada escolar', 'festivos católicos']
['otros', 'peligroso', 'aprovechables']	15	No	['festival vallenato', 'navidad', 'semana santa']
['orgánicos']	25	No	['navidad', 'semana santa', 'temporada escolar']
['otros', 'orgánicos']	10	Sí	['navidad', 'festival vallenato']
['peligroso', 'orgánicos', 'aprovechables']	30	Sí	['navidad', 'temporada escolar']
['aprovechables', 'otros']	13	No	['festivos católicos']
['aprovechables', 'peligroso', 'orgánicos', 'otros']	29	No	['temporada escolar', 'semana santa', 'navidad', 'festivos católicos']
['peligroso']	22	Sí	['festival vallenato', 'festivos católicos', 'temporada escolar', 'navidad', 'semana santa']
['aprovechables']	10	Sí	['festival vallenato']
['peligroso', 'orgánicos', 'aprovechables']	6	Sí	['festival vallenato']
['orgánicos', 'aprovechables', 'peligroso']	16	No	['navidad', 'temporada escolar', 'festival vallenato', 'semana santa', 'festivos católicos']
['aprovechables', 'peligroso', 'otros', 'orgánicos']	16	Sí	['festival vallenato']
['aprovechables']	21	Sí	['semana santa', 'festival vallenato', 'navidad']
['otros']	29	Sí	['festivos católicos']
['peligroso', 'aprovechables']	23	Sí	['festivos católicos', 'semana santa']
['aprovechables']	11	Sí	['navidad']

Tipo de residuos que genera su local	Cantidad de residuos sólidos generados	Aumento de R.S.	Temporadas comerciales con aumento de residuos
['aprovechables', 'peligroso', 'orgánicos', 'otros']	12	Sí	['festival vallenato', 'navidad']
['aprovechables', 'peligroso', 'orgánicos']	10	Sí	['semana santa', 'navidad', 'festivos católicos']

*Tercera parte de la encuesta.*

Medidas implementadas	Acceso a Servicio de R.S.	Frecuencia Recolección	Participación Futura
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	No	No responde	Sí
Ninguna	Sí	Cada 2 días	Sí
grupos de recolección de aseo	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	Sí
Ninguna	Sí	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Diariamente	No
Instalación de puntos ecológicos	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	No responde	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
Instalación de puntos ecológicos	Sí	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Diariamente	No
Ninguna	No	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Diariamente	No
grupos de recolección de aseo	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No

Medidas implementadas	Acceso a Servicio de R.S.	Frecuencia Recolección	Participación Futura
Ninguna	Sí	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Diariamente	Sí
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
grupos de recolección de aseo	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Diariamente	No
grupos de recolección de aseo	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	Sí
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Diariamente	Sí
grupos de recolección de aseo	Sí	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
grupos de recolección de aseo	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	Sí
Instalación de puntos ecológicos	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	No	Diariamente	Sí
grupos de recolección de aseo	Sí	Cada 2 días	No
Instalación de puntos ecológicos	Sí	Diariamente	No
grupos de recolección de aseo	Sí	Diariamente	Sí
Instalación de puntos ecológicos	Sí	No responde	No
Ninguna	Sí	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Diariamente	Sí
Ninguna	No	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Diariamente	No
Ninguna	No	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Diariamente	No

Medidas implementadas	Acceso a Servicio de R.S.	Frecuencia Recolección	Participación Futura
Ninguna	No	Diariamente	No
Instalación de puntos ecológicos	Sí	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Diariamente	No
grupos de recolección de aseo	Sí	Cada 2 días	No
grupos de recolección de aseo	Sí	Diariamente	No
Instalación de puntos ecológicos	Sí	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Diariamente	Sí
grupos de recolección de aseo	Sí	Diariamente	Sí
Instalación de puntos ecológicos	No	Cada 2 días	No
Instalación de puntos ecológicos	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Diariamente	Sí
Ninguna	Sí	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
grupos de recolección de aseo	Sí	Cada 2 días	No
grupos de recolección de aseo	Sí	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
Instalación de puntos ecológicos	Sí	Diariamente	Sí
Ninguna	Sí	Diariamente	No
grupos de recolección de aseo	Sí	Diariamente	No
Instalación de puntos ecológicos	No	Diariamente	No
Ninguna	Sí	No responde	Sí
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
grupos de recolección de aseo	Sí	Diariamente	No
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
Ninguna	No	No responde	No
grupos de recolección de aseo	Sí	Cada 2 días	Sí
Ninguna	Sí	Cada 2 días	No
grupos de recolección de aseo	Sí	Cada 2 días	No

Medidas implementadas	Acceso a Servicio de R.S.	Frecuencia Recolección	Participación Futura
Ninguna	Sí	No responde	Sí
Instalación de puntos ecológicos	No	Cada 2 días	No
Ninguna	Sí	Diariamente	Sí
Instalación de puntos ecológicos	Sí	Diariamente	No

