

**FORMULACIÓN DE UN PROYECTO COMUNITARIO PARA LA GESTIÓN Y  
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE ZONA FRANCA LA CANDELARIA**



**ROCÍO DEL CARMEN ÁLVAREZ FRANCO  
EVELYN DEL CARMEN JIMÉNEZ JULIO**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
CARTAGENA DE INDIAS D, T, C  
2013**

**FORMULACIÓN DE UN PROYECTO COMUNITARIO PARA LA GESTIÓN Y  
MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS DE ZONA FRANCA LA CANDELARIA.**

**Grupo de Investigación del Programa de Ingeniería Química (GIPIQ)**

**ROCÍO DEL CARMEN ÁLVAREZ FRANCO  
EVELYN DEL CARMEN JIMÉNEZ JULIO**

**Proyecto de grado para optar al título de Ingeniero Químico**

**Directora.**

**GEZIRA DE ÁVILA MONTIEL. M.Sc**

**UNIVERSIDAD DE CARTAGENA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
CARTAGENA DE INDIAS D, T, C  
2013**

Nota de aceptación:

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Cartagena De Indias D, T, C. 09 de Agosto de 2013

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por permitirnos vivir esta experiencia y darnos fortaleza para transcurrir en este camino que no ha sido fácil.

A La Universidad De Cartagena, al programa de Ingeniería Química y su cuerpo docente, por los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de nuestra carrera profesional.

A nuestra tutora, Gezira De Ávila, por seleccionarnos como las estudiantes indicadas para desarrollar este proyecto y acompañarnos en su transcurso.

Al Centro de Desarrollo Tecnológico Cartagena De Indias, CEDETEC, por su acompañamiento y ayuda en la realización de este proyecto.

A Zona Franca La Candelaria y las empresas que la conforman, por dejarnos ingresar y realizar sin ningún problema las encuestas que hacen hoy parte fundamental de la formulación de este proyecto.

A nuestros evaluadores, Karina Ojeda y Ángel Villabona, por fortalecer la calidad de la redacción y formulación de la tesis.

A nuestras Familias, por su apoyo moral y económico durante todo este proceso.

## **DEDICATORIA**

A DIOS, por ser mi motor y mi combustible en este proceso que no ha sido fácil, abrir y cerrar las puertas que fueron necesarias y permitir llegar a la meta que empezó como una ilusión.

A mis padres, SADY y PEDRO, porque creyeron en mí y se esmeraron por sacarme adelante, aportando lo mejor de ellos y motivándome siempre a tener deseos de superación, por todo lo que han hecho por mí, porque me acompañaron a pesar de las falencias hasta el final de esta etapa.

A mamita LUZ, por ser mi guía espiritual, ayudándome a encontrar y alimentar mi fe.

A GEZIRA, por los conocimientos compartidos y por pensar en mí en el momento que CEDETEC solicitó a los estudiantes para la formulación de este proyecto.

A mis hermanas (ANA y JULIA), por su apoyo incondicional y sus palabras de aliento en los momentos es los que creía desfallecer, por confiar en mí y ayudarme en los momentos de crisis.

A mi abuela LIMPIDA, por el tiempo que dedico a mi formación como persona, por cada uno de sus regaños y sobre todo por atenderme con tanto amor.

A mi tía JANETH, mi tío ALEXIS y a JUAN RAMOS, por su apoyo y colaboración durante el transcurso de la carrera, poniendo en mis manos recursos académicos que es su momento tuvieron importancia permitiendo hacer de mejor calidad mi conocimiento.

A Mis Amigos (ALFREDO, ADRIANA y ARLEIDIS), a JAIR y a DARCY, por sus consejos, acompañamiento, apoyo y mensajes de aliento en los momentos de dificultad, por señalar lo bueno en mis peores momentos impulsándome a continuar siempre en pie de lucha.

Hoy puedo ver realizado lo que inició como un sueño de niñez, un sueño que tiene tantas historias de desvelos, que me causó momentos de inmensas alegrías y tristezas, gracias a ustedes que confiaron firmemente en mí, espero no defraudarlos y contar siempre con su valioso apoyo, sincero e incondicional.

Rocío Álvarez Franco.

## **DEDICATORIA**

A mi madre: la Señora Mercedes, mercedora de todos mis trasnochos.

Evelyn Jiménez Julio.

## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	18
ALCANCE.....	20
OBJETIVOS .....	21
1.1 OBJETIVO GENERAL.....	21
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
2. MARCO REFERENCIAL.....	22
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	22
2.2 MARCO LEGAL.....	26
2.3 ANTECEDENTES.....	29
2.4 ESTADO DEL ARTE.....	32
3. METODOLOGÍA .....	36
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	36
3.2 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN .....	36
3.3 MUESTRA.....	37
3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN .....	38
3.5 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	39
3.6 VIABILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL .....	40
3.6.1 Viabilidad Técnica .....	40
3.6.2 Viabilidad Económica y Financiera.....	40
3.6.3 Viabilidad Ambiental.....	41
3.7 FORMULACIÓN DEL PROYECTO.....	42
3.7.1 Identificación del Proyecto .....	43
3.7.2 Marco Lógico (descripción).....	43
3.7.3 Planificación de la Ejecución.....	44
3.7.4 Planificación del Seguimiento y Evaluación.....	44
4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	46

4.1 RESULTADOS GLOBALES .....	46
4.2 RESULTADOS GLOBALES POR MATERIAL .....	47
4.3 RESULTADOS GLOBALES POR EMPRESA.....	49
4.4 RESULTADOS ESPECÍFICOS POR EMPRESA.....	51
4.4.1 Gestión Cargo Zona Franca S.A.S .....	51
4.4.2 Disan ZF Sucursal Colombia .....	52
4.4.3 SCL - Schwyn Cargo Logistics S.A. ....	54
4.4.4 Rolog S.A.....	55
4.4.5 Globalog Zona Franca LTDA .....	56
4.4.6 Fepco Zona Franca S.A.S.....	57
4.4.7 Comercializadora de Energéticos S.A. Sucursal Colombia COMENSA S.A. ....	59
4.4.8 Accuracy Brain Logistics S.A .....	60
4.4.9 Distriservices S.A Colombia.....	61
4.4.10 Glormed Colombia S.A.....	62
4.4.11 Comercializadora Zona Franca de la Costa S.A.S .....	64
4.4.12 Golosinas Trululu S.A.....	65
4.5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN .....	67
4.6 SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS .....	69
4.6.1 Tecnología seleccionada para plásticos .....	69
4.6.2 Tecnología seleccionada para EPS de carga y de alimentos .....	71
4.6.3 Tecnología seleccionada para metales .....	72
4.6.4 Tecnología seleccionada para residuos alimenticios.....	73
4.6.5 Tecnología seleccionada para madera.....	74
4.6.6 Tecnología seleccionada para papel y cartón.....	75
4.6.7 Tecnología seleccionada para empaques químicos.....	77
4.6.8 Tecnología seleccionada para material impregnado de aceites (waipes).....	77
4.6.9 Tecnología seleccionada para otros materiales reciclables .....	77
4.6.10 Tecnología seleccionada para otros materiales no reciclables .....	77
4.7 FORMULACIÓN DEL PROYECTO.....	78
4.7.1 Identificación del proyecto.....	78



4.7.2 Marco lógico del proyecto .....	82
4.7.3 Operacionalidad del proyecto .....	82
4.8 VIABILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL .....	84
4.8.1 Viabilidad técnica.....	84
4.8.2 Viabilidad económica y financiera .....	88
4.8.3 Viabilidad ambiental .....	94
5 CONCLUSIONES .....	98
6 RECOMENDACIONES .....	100
REFERENCIAS .....	101
ANEXOS .....	106

## LISTA DE TABLAS

	<b>pág.</b>
Tabla 1. Leyes colombianas relacionadas con el manejo de residuos sólidos .....	27
Tabla 2. Lista de residuos y tratamientos seleccionados.....	39
Tabla 3. Matriz ambiental residuos sólidos industriales ZFLC .....	42
Tabla 4. Cantidad de residuos generados en ZFLC en kilogramos mensuales y En Porcentaje(%P/P) .....	47
Tabla 5. Cantidad de residuos de cada empresa en kilogramos mensuales y su porcentaje (%P/P).....	49
Tabla 6. Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Gestión Cargo Zona Franca S.A..	51
Tabla 7. Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Disan ZF Sucursal Colombia.....	53
Tabla 8. Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de SCL - Schwyn Cargo Logistics S.A .....	54
Tabla 9. Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Rolog S.A .....	55
Tabla 10. Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Globalog Zona Franca LTDA ...	56
Tabla 11. Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Fepco Zona Franca S.A .....	58
Tabla 12. Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Comensa Sucursal Colombia S.A .....	59
Tabla 13. Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Accuracy Brain Logistics S.A ...	60
Tabla 14. Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Distriservices S.A Colombia .....	61
Tabla 15. Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Glormed Colombia S.A.....	63
Tabla 16. Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Comercializadora Zona Franca De La Costa S.A.S .....	64
Tabla 17. Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Golosinas Trululu S.A.....	65
Tabla 18. Identificación del proyecto.....	78

Tabla 19. Marco lógico del proyecto .....	82
Tabla 20. Tratamientos de los residuos.....	83
Tabla 21. Lista de residuos y las especificaciones de los productos obtenidos .....	85
Tabla 22. Actividades de la planta procesadora.....	87
Tabla 23. Especificaciones de los productos y cantidades a producir mensual .....	90
Tabla 24. Estimación de ingresos por ventas anuales de cada tipo de producto.....	91
Tabla 25. Costos fijos para la inversión inicial del proyecto ZFLC .....	91
Tabla 26. Proyección de gastos fijos proyecto ZFLC .....	92
Tabla 27. Utilidad bruta para el proyecto de ZFLC .....	92
Tabla 28 Utilidad operacional anual y proyección a cinco años.....	93
Tabla 29. Utilidad neta anual para cinco años del proyecto de ZFLC .....	93
Tabla 30. Efecto de los residuos sólidos de ZFLC en Membrillal-Pasacaballo.....	94
Tabla E1. Listado de maquinarias y equipos requeridos en el sector de producción....	118
Tabla E2. Equipo de computación y cantidades requerida con su costo .....	118
Tabla E3. Listado de flota y equipos de transporte requerido.....	118
Tabla E4. Gastos de mantenimiento mensual .....	118
Tabla E5. Listado y costos de los servicios públicos .....	119
Tabla E6. Listado de personal, cantidades requeridas y gasto que implica .....	119
Tabla E7. Calculo del punto de equilibrio .....	120
Tabla E8. Flujo libre de caja libre proyectado .....	121

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Porcentaje en peso de residuos producidos en ZFLC por material .....	48
Figura 2. Porcentaje en peso de residuos producidos en ZFLC por material exceptuando el metal.....	48
Figura 3. Porcentaje en peso de residuos generados por cada empresa .....	50
Figura 4. Porcentaje en peso de generación de residuos por empresa sin FEPCO S.A.S....	50
Figura 5. Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Gestión Cargo Zona Franca S.A.....	52
Figura 6. Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Disan ZF Sucursal Colombia.....	53
Figura 7. Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en SCL - Schwyn Cargo Logistics S.A .....	54
Figura 8. Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Rolog S.A .....	56
Figura 9. Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Globalog Zona Franca LTDA .....	57
Figura 10. Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Fepco Zona Franca S.A.S .....	58
Figura 11. Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Comensa Sucursal Colombia S.A.....	59
Figura 12. Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Accuracy Brain Logistics S.A.....	61
Figura 13. Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Distriservices S.A Colombia.....	62
Figura 14. Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Glormed Colombia S.A.....	63

Figura 15. Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Comercializadora Zona Franca De La Costa S.A.S .....	65
Figura 16. Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Golosinas Trululu S.A.....	66
Figura 17. Etapas del reciclaje mecánico de plásticos .....	70
Figura 18. Etapas reciclaje mecánico de EPS según su aplicación .....	71
Figura 19. Etapas reciclaje del acero.....	72
Figura 20. Etapas compostaje aerobio .....	73
Figura 21. Etapas de la transformación mecánica de la madera .....	75
Figura 22. Diagrama de flujo para la transformación mecánica del papel.....	76
Figura A1. Layout de la planta procesadora .....	107
Figura B1. Ficha técnica multifuncional (trituradora & lavadora) .....	108
Figura B2. Ficha técnica extrusora.....	108
Figura B3. Ficha técnica pelletizadora.....	109
Figura B4. Ficha técnica bloquera .....	109
Figura B5. Ficha técnica horno para fundir acero.....	110
Figura B6. Ficha técnica máquina para fabricar clavos .....	110
Figura B7. Ficha técnica máquina para compostaje.....	111
Figura B8. Ficha técnica de rastrillo y punzón .....	111
Figura B9. Ficha técnica trituradora de alimentos .....	112
Figura B10. Ficha técnica tamiz.....	112
Figura B11. Ficha técnica batidora .....	113
Figura B12. Ficha técnica de molde para hacer cartón para huevos .....	113
Figura B13. Ficha técnica de la caldera .....	114
Figura B14. Ficha técnica trituradora de madera .....	114

Figura B15. Ficha técnica volqueta.....	115
Figura B16. Ficha técnica furgón.....	115
Figura C1. Formato encuesta a realizarse en las empresas de ZFLC.....	116
Figura D1. Organigrama funcional de la planta procesadora .....	117
Figura F1. Plano general de ZFLC.....	122

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Layout de la planta procesadora .....	107
Anexo B. Información técnica de los equipos .....	108
Anexo C. Formato de Encuesta Realizadas en ZFLC .....	116
Anexo D. Organigrama Funcional de la Planta Procesadora.....	117
Anexo E. Viabilidad Económica y Financiera.....	118
Anexo F. Plano General de ZFLC.....	122

## RESUMEN

El presente trabajo de grado, tuvo como propósito formular un proyecto comunitario para la gestión y manejo de residuos sólidos de Zona Franca La Candelaria (ZFLC), que genere beneficios ambientales y económicos en las empresas y en la comunidad de la vereda de Membrillal-Pasacaballo. Para dar cumplimiento a este objetivo, se utilizaron encuestas como técnica de recolección de información, para hacer un diagnóstico inicial de la situación problema, la muestra estuvo constituida por 12 empresas de tipo comercial, industrial y logístico, instaladas en ZFLC. Los resultados se tabularon y graficaron, con el fin de obtener la representación esquemática de las cantidades de residuos generados, se analizó su incidencia en la problemática ambiental actual. Los resultados mostraron que la cantidad de residuos generados en el Parque Industrial, duplican el promedio nacional para una Zona Franca en Colombia y su impacto ambiental es negativo en los medios físicos y perceptivos de la comunidad. Para minimizar este efecto, apoyar económica y socialmente la vereda y, mejorar la imagen corporativa de ZFLC; se propuso la creación de una empresa comunitaria encargada de la recolección, clasificación, tratamiento y disposición final de residuos sólidos industriales, para la generación de nuevos productos que puedan ser comercializados, proporcionando recursos económicos a los pobladores de Membrillal. Para la transformación de cada tipo de residuo aprovechable, se seleccionaron las tecnologías adecuadas, de acuerdo con su naturaleza, cantidad generada y propiedades fisicoquímicas y se hizo la selección de equipos y maquinarias a implementar en el desarrollo de las actividades de la planta de reciclaje. Además, se analizó la viabilidad técnica, económica y ambiental de la implementación del proyecto. Se concluyó que el proyecto es viable, ya que se seleccionaron tecnologías adecuadas, la tasa interna de retorno de la ejecución del proyecto supera el 60%, garantizando utilidades desde el primer año de su puesta en marcha y las implicaciones ambientales son positivas, mejorando las características físicas y perceptivas del entorno.

*Palabras claves: Residuos sólidos industriales, Impacto ambiental, Reciclaje, Aprovechamiento de residuos, Tratamientos físicos, químicos y biológicos.*



## ABSTRACT

In this work, a community plan for the management and solid waste handling in Zone La Candelaria ( ZFLC ) was proposed to generate environmental and economic benefits to the community from the Membrillal Village – Pasacaballo. In order to achieve this goal, surveys were used as data collection technique, to make an initial diagnosis, twelve companies of commercial, industrial and logistic, located in ZFLC were evaluated. The results were tabulated and plotted, in order to get the schematic representation of the quantities of waste generated, analyzed its impact on current environmental problems. The results showed that the amount of waste generated in the industrial park, twice the national average for a Free Trade Zone in Colombia and there is a negative environmental impact on the physical and perceptible of the community. To minimize this effect, and provide economic and social support to the village, and to enhance the corporate image of ZFLC; It was proposed the creation of a Community company responsible for the collection, sorting, treatment and disposal of industrial solid waste for the generation of new products to be marketed, providing resources to the residents of Membrillal. For the transformation of each type of usable waste, appropriate technologies were selected according to their nature, amount generated and physicochemical properties and It was made the selection of equipment and machinery to be implemented in the development of the activities of the recycling plant. Technical, economic and environmental project implementation was analyzed. It was concluded that this project is feasible, because, were selected appropriate technologies, internal rate of return on the project exceeds 60%, ensuring profits from the first year of its implementation and the environmental implications are positive, improving physical and perceptual characteristics of the environment.

*Keywords: Industrial solid waste, Environmental impact, Recycling, recovery of wastes, Physical, chemical and biological treatment.*

## INTRODUCCIÓN

Los residuos sólidos son los objetos, es, sustancias o elementos sólidos o semisólidos resultantes del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final. El mal manejo de estos desechos es causa de problemas ambientales en las áreas urbanas, rurales y especialmente zonas industrializadas de los municipios, amenazando la sostenibilidad y sustentabilidad ambiental.

Zona Franca La Candelaria (ZFLC) es un importante conglomerado de empresas comerciales, de logística e industriales localizado en el corazón de la Zona Industrial de Mamonal, actualmente tiene una problemática ambiental manifestada en malos olores, alteraciones del ecosistema, contaminantes en el suelo y en un cuerpo de agua cercano, además del deterioro estético del paisaje natural; la población directamente afectada es la del barrio Membrillal, por ser el sector más cercano a ZFLC; esto originado por el manejo inadecuado de los desechos generados, lo cual ocasiona un aumento de compras de materias primas y pérdida de materiales que podrían ser reutilizados, reciclados o incorporados nuevamente a un proceso productivo, pero son desechados y arrojados a los vertederos [1].

Si a los residuos no se les realiza la gestión pertinente y tampoco se les da el uso que su vida útil permite, la cantidad de material a desechar será cada vez mayor y los rellenos sanitarios no darán abasto, por lo tanto los tres sistemas (aire, suelo y agua) se verán más impactados por la contaminación. Para evitar o minimizar estas consecuencias existen alternativas tales como la clasificación en la fuente de los materiales y que los reciclables sean donados o vendidos a empresas dedicadas a este tipo de actividades (reciclaje), la otra alternativa mucho más viable es la creación de una empresa capaz de recolectar, clasificar y transformar en servicios y productos útiles esos desechos (esta última sería una innovación porque un proyecto de este tipo no ha sido formulado y por consiguiente

tampoco implementado en ZFLC, por lo que en Cartagena no existe una empresa de esta categoría).

En la actualidad, el manejo de los residuos domésticos e industriales que se hace en ZFLC, consiste en la aplicación del esquema tradicional de disposición a las empresas públicas de recolección de desechos y en la entrega de los residuos a cooperativas de reciclaje. Los mecanismos utilizados podrían calificarse como efectivos, pero el material que no es donado a empresas recicladoras conforma el desecho que transporta la empresa recolectora, aumentando el volumen de residuos y en consecuencia produciendo un costo de facturación del servicio susceptible de eliminar o disminuir.

Por otro lado, entregar en donación el material desechado es una actividad benéfica para quien entrega y quien recibe, pero esta acción no favorece directamente a la comunidad vecina que sufre los impactos ambientales negativos de la operación de las empresas; estos podrán ser compensados a través de proyectos de participación comunitaria en el marco de una política de responsabilidad social empresarial. La población aledaña es una vereda con más de 3.000 habitantes que en su gran mayoría viven en condiciones de pobreza por las escasas oportunidades que tienen al estar alejados del municipio de Cartagena<sup>a</sup>.

Por todo lo anterior se propone la formulación de un proyecto viable para la recolección, clasificación, tratamiento y reutilización de material sólido desechado, podría representar una alternativa factible para disminuir la cantidad de residuos provenientes de ZFLC que va a los vertederos de la ciudad de Cartagena, minimizando el impacto ambiental y favoreciendo a la comunidad directamente afectada.

---

<sup>a</sup> Mebrillal es vereda del corregimiento de Pasacaballos. Está catalogada en el Plan De Ordenamiento Territorial (POT) de Cartagena como zona rural.

## **ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN**

La idea principal de este proyecto está enfocada a entrar en el terreno de la responsabilidad social empresarial para ingresar a un escenario de posibilidades positivas para las empresas y la comunidad. El proyecto busca constituir la mejor alternativa para contrarrestar los impactos a los que ZFLC somete a la comunidad y que de una u otra forma afectan la vida útil de los vertederos de la ciudad de Cartagena, sin llegar a ser una política de RSE con el fin de ser reivindicada dentro de un balance de sostenibilidad.

Este documento, no solo busca determinar la factibilidad del proyecto a implementar, sino también trazar la línea a recorrer para llevarlo a cabo, iniciando con un trabajo que recopile toda la información requerida para el diseño del proyecto en todas sus dimensiones; de este modo identificar los beneficios para las empresas, que se verán materializados en la mejora de su imagen corporativa, y algunos incentivos económicos que se mencionarán con detalle en el desarrollo de la formulación del proyecto comunitario para la gestión y manejo de residuos sólidos de ZFLC.

## **1. OBJETIVOS**

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

Formular un proyecto comunitario para la gestión y manejo de residuos sólidos de Zona Franca La Candelaria, que genere beneficios ambientales y económicos en las empresas y en la comunidad de la vereda de Membrillal-Pasacaballo.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Realizar un diagnóstico de los residuos sólidos utilizando encuestas para el conocimiento de la situación actual de todas las empresas que conforman ZFLC.
- Clasificar los residuos sólidos de las empresas de acuerdo al tipo de material generado para el establecimiento la actividad, el uso y el tratamiento adecuado.
- Organizar un proyecto comunitario con apoyo de ZFLC y la Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico Cartagena de Indias (CEDETEC) contribuyendo al emprendimiento y generación de empleos en la vereda de Membrillal.

## **2. MARCO REFERENCIAL**

### **2.1. MARCO CONCEPTUAL**

La problemática ambiental generada por el incremento de los residuos sólidos se debe a la falta de educación y responsabilidad con el entorno para separarlos en la fuente y poder aprovecharlos como materia prima para la fabricación de nuevos productos. En primera instancia es necesario identificar los desechos, para posteriormente analizar las implicaciones ambientales relacionadas con el uso, tratamiento y disposición final [2].

Por residuo sólido se conoce a cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido o semisólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final; estos se dividen en aprovechables y no aprovechables. Los primeros son aquellos que no tienen valor de uso directo o indirecto para quien lo genere, pero que son susceptibles de incorporar a un proceso productivo, es decir, se reutilizan o reciclan a través de un proceso industrial o casero. Por otro lado, los residuos no aprovechables son los materiales o elementos sólidos que no ofrecen ninguna posibilidad de aprovechamiento. Son residuos que no tienen valor comercial y son llevados a disposición final, es decir, no se pueden reutilizar o reciclar [3].

Los desechos sólidos aprovechables o no aprovechables que genera una industria, en función de la tecnología, del proceso productivo y la calidad de las materias primas, se conocen como residuos sólidos industriales (RSI) y son el resultado de los procesos de producción, mantenimiento de equipos e instalaciones, y tratamiento y control de la contaminación; en las actividades productivas se originan de dos maneras: como subproductos de procesos industriales y como lodo de sistemas de tratamiento de efluentes. En ambos casos hay posibilidad de recuperación de sus componentes [4].

Los RSI están compuestos por restos orgánicos como las sobras de comida, papel procedente de las oficinas o que hacen parte del proceso productivo, madera y otros

materiales biodegradables en general, y por residuos inorgánicos como plástico, metal, vidrio, material inerte, cauchos, entre otros. El manejo inadecuado de estos materiales es el principal problema ambiental que enfrentan las industrias en Colombia, ya que los impactos y riesgos generados abarcan desde la contaminación del agua, del suelo y de la atmósfera, hasta la proliferación de vectores y enfermedades que afectan la salud física y mental de la población, sin olvidar los problemas paisajísticos. En consecuencia existe la necesidad de dar buen uso y manejo a los RSI, además se pueden obtener beneficios tales como la conservación de recursos naturales, la recuperación de áreas contaminadas y la oportunidad de obtener por medio del reciclaje, nuevos productos o materias primas.

De estas ventajas nace la Gestión Integral de Residuos Sólidos, definida como el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final [5]. Los residuos sólidos que comúnmente se ven en las industrias son: papel, cartón, plástico, metal, madera, aceites, residuos alimenticios, empaques químicos, Icopor, solventes, entre otros. Todos deben ser clasificados según su nivel de aprovechamiento. Así, una vez seleccionados se podrá definir qué se debe hacer con cada residuo.

Si los RSI son aprovechables, pueden someterse a reciclaje, conversión química y biológica, procesamiento térmico o simplemente reusarse. Si el material no es aprovechable entonces debe llevarse a su disposición final en vertederos. El reciclaje consiste en someter una materia prima o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento ya sea total o parcial para obtener finalmente una materia prima o un producto nuevo. Se podría entender como la obtención de materias primas a partir de desechos, incorporándolos al ciclo de consumo máximo de los materiales ante la perspectiva del agotamiento de los recursos naturales para que sea una cadena de comercialización y la eliminación de forma eficaz y eficiente de los desechos. Si en el reciclaje se tienen residuos sólidos peligrosos o tóxicos, estos se pueden someter a tratamientos físicos, químicos y biológicos, cuya finalidad se orienta básicamente

a la recuperación de los recursos, cogeneración energética, la detoxificación, y la reducción de volumen, esto previo a la disposición final de los residuos.

Finalmente, el compostaje es la técnica mediante el cual se crean las condiciones necesarias para que a partir de residuos orgánicos los organismos descomponedores fabriquen un abono de elevada calidad, es decir, de residuos alimenticios, madera u otros restos biodegradables, se puede obtener un abono, que resulte económico, nutritivo para las plantas y amigable con el ambiente, porque al reducir la cantidad de basura mediante la mineralización, se está devolviendo al suelo parte de su materia orgánica, enriqueciéndolo con nutrientes específicos [6]. Se puede decir que estas técnicas hacen parte del manejo integral de residuos sólidos y representan dentro de una empresa, una fuente de utilidades económicas, ambientales y productivas. En Colombia todas las empresas deben implementar un sistema integral de manejo de residuos sólidos y cumplir con una normatividad especificada para cada industria, basadas en la matriz de problemas ambientales asociados con los sectores productivos en Colombia, buscando reducir los índices de contaminación y contribuir a la producción más limpia [7].

Zona Franca La Candelaria (ZFLC) es una empresa de bienes y servicios localizada en el corazón de la Zona Industrial de Mamonal a 12 kilómetros al sureste de Cartagena, comprende 133.4 hectáreas, en las que se encuentran empresas del sector logístico, distribución y fabricación de partes y piezas, autopartes, industrias químicas, entre otros; generando más de 300 empleos directos y más de 2200 indirectos [8]. La ZFLC inició sus operaciones en el año de 1993, desde entonces se ha mostrado un crecimiento sostenido, especialmente en los años 2002 y 2011. En el 2010, el total de las operaciones sumaron 1,971.3 millones de dólares, que representaron un crecimiento del 53% en comparación con los resultados de 2010 (1,285.8 millones de dólares). Estas operaciones se dan entre usuarios de la misma Zona Franca, entre Zonas Francas, salidas al territorio aduanero nacional, salidas al resto del mundo, ingresos desde el territorio aduanero nacional e ingresos desde otras partes del planeta [9].



Zona Franca La Candelaria produce mensualmente cerca de 5000 toneladas de residuos sólidos, la mayoría de estos son simplemente desechados, sin clasificarse previamente y sin estudiar las posibilidades de reciclaje, reúso, compostaje o tratamientos químicos y biológicos [10]. Un buen manejo de estos residuos se hace fundamental, ya que representan una desventaja competitiva en el ámbito industrial, debido a que una empresa que no pone en práctica un buen sistema de gestión de residuos sólidos, difícilmente cumplirá con la normatividad ambiental y esto podría afectar su imagen como empresa amigable con el ambiente [11].

La comunidad es un complejo de relaciones sociales que se desarrollan en un espacio concreto, que se integra y unifica en función de intereses y necesidades que son comunes y en ese sentido compartidas por sus miembros [12]; razón por la cual la población de Membrillal-pasacaballo es un ente de apoyo necesario en el proceso de transformación del sector, ya que al ser los directamente perjudicados por las actividades desarrolladas en ZFLC, también están interesados en que se faciliten las acciones para el manejo y la gestión de los residuos.

Este proyecto plantea la conformación de una organización encargada de la gestión y manejo de los residuos sólidos industriales generados en ZFLC y que afectan la comunidad de Membrilla-Pasacaballo. Una organización de acuerdo al Diccionario Real de la Lengua Española es el conjunto estructurado de personas con los medios adecuados que funcionan para alcanzar un fin determinado [13]. Este concepto es clave para la formulación del documento, ya que deben delegarse funciones a los miembros, según las actividades y responsabilidades que conduzcan al logro de los objetivos.

Vega L, planteó que en un proyecto de gestión ambiental se destacan tres áreas de acción, estas son la investigación, la educación y la participación, es decir el desarrollo de actividades para indagar la información requerida y acciones educativas para formular estrategias en base a resultados, generando participación positiva de la organización en el cumplimiento de la meta trazada. Un proyecto surge por lo general de aspectos negativos, comienza por el análisis de un problema, es un desafío que parte de una visión negativa y

ayuda a convertir las desventajas que perjudican en ventajas con componente positivo aportando al progreso económico y ambiental [14].

A su vez, este autor, considera que el sistema de gestión medioambiental es un proceso que compromete al estado, las empresas públicas y privadas, y la comunidad; por lo tanto la clasificación de las empresas de acuerdo a los tipos de actividades, productos o servicios que generen, es necesaria para identificar de manera precisa el comportamiento organizacional [15].

Durante la formulación del proyecto comunitario fue necesario estudio de mercado, que tiene el fin el de evaluar si un producto es aceptable en el mercado “demanda-potencial” para el mismo, los precios estratégicos para el proyecto y en todo aquello que en el mercado afecte el producto o servicio a evaluar, en el estudio técnico, como su nombre lo indica, la parte técnica o de elaboración de dicho producto investiga todo lo necesario para dar respuesta a la interrogante de la forma de producir el producto y su manejo, la ubicación del proyecto-procesos, entre otros, permitiendo calcular la tasa interna de retorno (TIR) y el punto de equilibrio en caso de su ejecución. [16]

De este modo, la formulación del proyecto tendrá una misión positiva desde su inicio y proyección con respecto a su ejecución, por lo cual abarcará una gran variedad de operaciones, que comprende desde las pequeñas iniciativas hasta programas muy estructurados. La descripción del problema justifica la necesidad de la intervención y el documento del proyecto explicará su contribución como acción preventiva al problema de los residuos sólidos industriales que para su elaboración se necesita de negociaciones y consensos. La formulación, ejecución y seguimiento del proyecto involucra a todas las partes que intervienen, tanto a los interesados en la solución, como los que dan origen a la problemática.

## **2.2. MARCO LEGAL**

La problemática ambiental, es un tema de interés mundial porque afecta a todos los seres que viven en ella, es consecuencia en su mayor parte de los avances y los cambios drásticos

a los que se ha visto sometida la sociedad en busca del modernismo y un mejor estatus de vida. Las grandes industrias son quienes más aportan al desarrollo de esta problemática, por la gran cantidad de materias primas que utilizan, los efectos secundarios que tienen sus procesos y los residuos que generan cada uno de ellos. En Colombia también se habla de los efectos generados por las empresas, especialmente las del sector industrial, pues las secuelas y su influencia en los cambios desfavorables en los tres sistemas del medioambiente (aire, suelo y agua) cada vez son más notorias. Para darle solución a este inconveniente, la legislación colombiana se ha encargado de establecer normativas, que buscan minimizar los daños causados por la generación y el mal manejo de los residuos sólidos; en la actualidad es un tema que compete y compromete a todos, en especial al sector industrial porque su aporte a la desestabilización del ecosistema es de mayor grado.

A continuación en la Tabla 1, se muestran las leyes colombianas que han surgido alrededor de la problemática ambiental por el manejo de los residuos, organizadas desde la más reciente hasta la más antigua.

**Tabla 1.** Leyes colombianas relacionadas con el manejo de residuos sólidos.

<b>Norma.</b>	<b>Aspectos Relevantes.</b>
Ley 1466/2011. Congreso De La Republica [17].	Instaura en el territorio nacional la aplicación del comparendo ambiental, a los infractores de las normas de aseo y limpieza. Busca aplicar los instrumentos legales mediante sanciones pedagógicas y económicas a todas las personas naturales o jurídicas que infrinjan la normatividad existente en materia de residuos sólidos y proteger desde la fraternidad social y la recuperación ambiental, a los hombres y mujeres que trabajan en la actividad del reciclaje excluyendo el ejercicio arbitrario de la facultad sancionatoria frente a la población vulnerable y garantizando plenamente el derecho al trabajo.
Resolución 1684/2008.	En la que se adopta la metodología para la elaboración de los planes de gestión integral de residuos sólidos y se toman otras disposiciones en donde se busca de evitar el deterioro del ambiente y de la salud

Ministerio de Ambiente, vivienda y desarrollo territorial [18].	humana, reutilizar sus componentes, producir nuevos bienes, restaurar o mejorar los suelos, entre otros.
Decreto Nacional 838/2005 Presidente De La Republica De Colombia [19].	Reglamenta la ley 142 de 1994, en cuanto al manejo, transporte y disposición final de residuos sólidos. Manifiesta que se debe promover y facilitar la planificación, construcción y operación de sistemas de disposición final de residuos sólidos, como una actividad complementaria del servicio público de aseo, mediante la tecnología de relleno sanitario. Reglamenta el procedimiento a seguir por parte de las entidades territoriales para la definición de las áreas potenciales susceptibles para la ubicación de los rellenos.
Decreto 1713/2002 Presidente De La Republica De Colombia [5].	Reglamentan: 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.
Política Nacional De Producción Más Limpia/1997. Ministerio del medio ambiente [7].	Establece normativas sobre los procesos de producción, para minimizar los efectos de estas actividades en el medio ambiente, la contribución depende del compromiso y la participación de los sectores productivos, el gobierno y los otros gremios, que tienen responsabilidad compartida con el medio ambiente.
Consejo Nacional	Establece políticas sobre manejo de residuos sólidos, haciendo que

de Política Económica y Social 2750/1994. Ministerio Del Medio Ambiente-DNP-UPA [20].	los productores de basuras realicen una mejor disposición de ellas, aplicará una gestión integrada en todas las actividades asociadas con la administración de los diversos flujos de residuos dentro de la sociedad; y su meta básica es hacer una disposición de los residuos de una forma que sea compatible con el medio ambiente y la salud pública, Contribuyendo a un mejor saneamiento ambiental.
---	---

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación basado en la normatividad referente al manejo de residuos en Colombia.

### 2.3. ANTECEDENTES

Los residuos sólidos son el subproducto de la actividad del hombre, por ello se han producido desde los inicios de la humanidad, pero como consecuencia del incremento de la población y del desarrollo tecnológico y manufacturero que empezó en la segunda mitad del siglo XVIII con la revolución industrial los desechos han aumentado en cantidad y variedad y lo siguen haciendo a un ritmo vertiginoso. Su incorrecta disposición final ha ocasionado grandes problemas al ambiente, contaminando agua, aire y suelo; solo a finales del siglo XX se empieza a hablar acerca de los daños que la industrialización hace al medio ambiente, desde entonces múltiples autores han enfocado sus investigaciones a buscar posibilidades de aminorar el efecto negativo de los residuos sólidos mediante su minimización o transformación [2].

Algunos investigadores se centraron en establecer estrategias viables para el adecuado aprovechamiento de los residuos sólidos; Skinner y colaboradores (1994) llamaron la atención de las grandes industrias y del gobierno al plantear que solo los costos económicos de la limpieza de los lugares en donde se generan los residuos son suficientes para hacer hincapié en las economías nacionales e internacionales. Su propuesta para los desechos que deben ser arrojados a vertederos se basa en que los rellenos sanitarios sean equipados con revestimientos impermeables, gorros y sistemas de recogida de lixiviados que además deberían ser monitoreados rutinariamente [21].

Otros autores como Meng-Shiun y Kuo-Hei (2000) se centraron en tratar los residuos sólidos de origen industrial por considerarlos más peligrosos para el medio ambiente, por ello planificaron disminuir los efectos y la cantidad de los desechos; se plantearon como logros que en Taiwán el plan de Control de Residuos Industriales llevara a cabo el manejo adecuado del 65% de los de los residuos industriales para el 2001 y aumentara hasta el 75% en 2006. Para entonces se estimó que si se reducían los desechos industriales y se promovían intercambios industriales y medidas afines, en el 2001 y 2005 la reutilización de residuos industriales alcanzaría el 50% y 54% respectivamente. Por lo tanto, el impulso de la reducción de los residuos y la producción más limpia sería el paso clave para la solución de los problemas de manipulación de residuos industriales en Taiwán, teniendo en cuenta que se reflejarían a su vez incentivos económicos para fomentar el reciclaje y la reutilización de residuos industriales, vieron además la necesidad de un estímulo importante como lo sería el fortalecimiento de las normas ambientales [6].

Después de las estimaciones positivas en Taiwán, otros países decidieron analizar su situación ambiental para prever mejoras futuras, como ejemplo de ello Bai y Sutanto (2001) plasmaron la situación de Singapur en cuanto al manejo de residuos sólidos y discutieron los retos del futuro. Su principal motivación fue la rápida industrialización y el desarrollo económico que provocaban un enorme aumento en los residuos sólidos generados. Plantearon que utilizar los vertederos debía ser la última opción por el espacio terrestre disponible, se dispone entonces aplicar la gestión de residuos sólidos en Singapur, que consistía en la minimización de residuos, esto es posible practicando el proceso de las tres 'R' (reducir, reutilizar y reciclar), seguido por la incineración. Sostenían que el método menos deseable era la disposición en vertederos, y definían la incineración de residuos sólidos, aunque mucho más cara, como prioridad sobre todas las otras opciones de transformación de residuos. Presentaron dificultades en la evaluación del éxito o fracaso de los programas de minimización de residuos y en la organización e implementación de un esquema más riguroso y efectivo aplicado a este tipo de actividad [11].

A partir de entonces se empezaron a desarrollar trabajos más específicos sobre la reutilización y el reciclaje de residuos sólidos dependiendo de las empresas productoras y la

calidad de los desechos para pasar a ser materias primas en nuevos procesos, así Raupp-Pereira y colaboradores (2005) describieron los estudios realizados con diversos desechos industriales y subproductos naturales basados en el sistema  $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-CaO}$ , y que fueron utilizados para la fabricación de productos cerámicos de interés industrial, los cuatro materiales residuales que se seleccionaron y caracterizaron fueron: un lodo rico en Aluminio (A-lodos), lodos de filtración/clarificación del agua potable (W-lodos), lodos generados en el proceso de aserrado de mármol (M-Lodos), y arena de fundición (F-arena). Las limitaciones de esta propuesta fueron las condiciones normales de operación industrial en el equilibrio termodinámico, puesto que no suele alcanzarse, sin embargo pudieron predecir las tendencias a reacciones de terminación y resultaron de gran ayuda al tomar decisiones educadas de las composiciones y los parámetros para el procesamiento de dichos residuos para la producción de las cerámicas [22].

En Colombia los esfuerzos por minimizar el impacto de los residuos sólidos en el medio ambiente han sido insuficientes ya que en muchas zonas el problema no solo radica en la generación de los mismos sino en su disposición, esto debido a que el mal manejo por parte de la ciudadanía se une con la falta de voluntad por parte del gobierno y sus entidades encargadas de prestar los servicios de recolección de basuras, un ejemplo claro de esto se da en la ciudad de Cartagena donde Cardona M, publicó en el periódico El Universal en 2011, una demanda impuesta al distrito de la ciudad, a causa de su relleno sanitario “Henequén”, porque afecta a los pobladores de esta zona y residentes de barrios aledaños. El Tribunal Administrativo de Bolívar declaró la situación como una falla en el servicio en cuanto al tratamiento, recolección, manejo y disposición de basuras por parte del Distrito, como pruebas se mostró diversos estudios técnicos, videos e informes de la Corporación Autónoma Ambiental (Cardique), que dan certeza sobre el derramamiento de lixiviados, basuras dispersas, fuertes olores, contaminantes, derrumbes de desechos, entre otras irregularidades, las cuales venían presentándose desde 1994, cuando empezó a operar dicho relleno sanitario, razón por la cual deberá responder por la contaminación y el deterioro patrimonial causado a una extensa propiedad privada [23].

En el mismo periódico, Molina J en 2012, tocó nuevamente la problemática, resaltando que las basuras están en sitios inadecuados en la ciudad de Cartagena y refleja que los consorcios de aseo no responden a lo estipulado en el contrato de recolección, aseo y disposición final de los residuos sólidos de la ciudad, expresa además que es necesario el apoyo de la Policía para controlar y concientizar a los ciudadanos para que depositen la basura en su lugar; es esencial cumplir con los contratos de aseo, trabajar en el Plan Integral de Residuos Sólidos e invertir más en educación ambiental, todo esto acompañado de fuertes sanciones [24].

Es visible que en ciudades como Cartagena surge la necesidad de implementar programas y acciones de concientización no solo en la población sino también en las empresas e industrias, sobre el manejo adecuado de los residuos desde la generación hasta la disposición final en vertederos. Por un lado la población debe entender la importancia de reciclar y reutilizar los desechos, por otro las industrias deben comprometerse a la mejora continua y a la incorporación de políticas de responsabilidad social empresarial que mediante programas de gestión de residuos logren su minimización y tratamiento.

#### **2.4. ESTADO DEL ARTE**

En Colombia, se han estipulado normas que influyen en el compromiso de su población con el medio ambiente y los recursos naturales. Existe un decreto en que los Municipios y Distritos, deberán elaborar y mantener actualizado un Plan Municipal o Distrital para la Gestión Integral de Residuos o desechos sólidos en el ámbito local y/o regional según el caso, en el marco de la política para la Gestión Integral de los Residuos expedida por el Ministerio del Medio Ambiente, el cual será enviado a las autoridades Ambientales competentes, para su conocimiento, control y seguimiento [5].

En busca de proteger los recursos naturales de Colombia, Arboleda (2009) formalizó un programa de manejo integral de residuos sólidos en el Parque Nacional Natural Gorgona En Cauca (Colombia), para el diseño tuvo en cuenta los aspectos de generación en la fuente, composición, manejo en la recolección, transporte y almacenamiento e impacto ambiental.



El diseño de este programa partió de la realización de un diagnóstico de cada uno de los aspectos relevantes al tema (generación, composición, manejo en la fuente, recolección, transporte y almacenamiento intermedio, manejo final y evaluación de impacto ambiental, y prácticas de aprovechamiento o reciclaje), y teniendo como resultado una lectura integral del manejo de los residuos en el Parque Nacional Natural Gorgona, en ese momento. Posteriormente realizó un análisis DOFA para identificar las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas frente a la gestión de los residuos sólidos. Seguidamente se identificaron y seleccionaron las mejores alternativas para manejar los residuos en el Parque en cuestión, mediante la determinación de cinco factores (ambiental, sociocultural, económico, normativo y técnico-operativo), los cuales tuvieron una ponderación de acuerdo con su orden de relevancia para el estudio. Finalmente definió cuatro líneas estratégicas (línea estratégica I: Minimización y aprovechamiento de residuos sólidos, línea estratégica II: Manejo integral de residuos sólidos, línea estratégica III: disposición final controlada y línea estratégica IV: Educación) con sus respectivos proyectos y actividades que buscan disminuir la huella ecológica mediante acciones de cierre de ciclos, recuperación y aprovechamiento bajo criterios de sustentabilidad ambiental acompañado de un Plan de Contingencias [25].

Por su parte, Ocampo (2009), en busca de que los productores de basuras realicen una mejor disposición de ellas [20], formuló un programa de manejo de residuos en el centro comercial Cosmocentro, Cali-Valle del Cauca, como propuesta para la gestión adecuada de los residuos sólidos generados en las instalaciones de un centro comercial. En primera instancia hizo un diagnóstico de línea base donde identificó las características de las unidades generadoras y sus procesos de gestión, es decir producción, condiciones de recolección interna y el almacenamiento de los residuos. Buscó llevar a cabo una mejor gestión con los residuos e implementar programas de capacitación para las técnicas de recolección de estos, evitando sanciones y malos olores, en la medida en que se hará un control sanitario, control de lixiviados y plagas, además se disminuirá en un 14% la cantidad de residuos sólidos que irán a los vertederos. La limitación de este programa está en términos económicos, pues no resulta rentable, en la medida que no genera grandes

utilidades con referencia a los flujos presupuestados por la administración del centro comercial [26].

Encaminado al mismo fin de Ocampo (2009), pero bajo directrices diferentes, la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos de Bogotá, D.C. (2010), realizó un programa para la gestión de los residuos sólidos orgánicos en Bogotá, consistente en un plan de mejoramiento que busca disminuir de manera gradual los residuos sólidos orgánicos generados en la ciudad de Bogotá; teniendo en cuenta la sostenibilidad ambiental, desarrollo económico y responsabilidad social. La limitación del proyecto es la falta de conocimiento de los impactos ambientales en todo el ciclo de los residuos sólidos que ha generado en la población una actitud de responsabilidad de pago y no de conciencia ambiental. La mentalidad de la población, a la hora de disminuir el impacto generado por los residuos sólidos, se enfoca solamente al reciclaje como única alternativa y no al cambio de hábitos que generan residuos sólidos orgánicos [27].

El compromiso con el medio ambiente es a nivel mundial porque afecta a todos lo que habitan el planeta y de uno otro modo afecta a la destrucción de este. Se resalta en el trabajo de Costa y colaboradores en (2010), quienes después de una serie de consultas pudieron publicar un estudio sobre las políticas de manejo de residuos en países europeos, analizaron y propusieron un modelo de simbiosis industrial que favorece a las empresas vinculadas con mejoramientos en su desempeño económico y ambiental, minimizando los efectos de la producción en el medio ambiente, siendo la simbiosis industrial la posible solución a la problemática de residuos. Los casos analizados, proporcionaron a este trabajo algunas ideas sobre los factores potencialmente influyentes: la regulación flexible en la gestión de residuos (principalmente asociado a niveles internos del país), junto con fuertes instrumentos económicos y normativos, desplegados a nivel nacional, que penalizan las opciones de menor jerarquía de gestión de residuos. La política y la legislación influyen positivamente en el desarrollo al establecer de objetivos claros y servir de apoyo a las actividades de eco-eficiencia [28].

En busca de alternativas viables para la problemática en la India y países con similitud en sus procesos industriales, Bain y colaboradores (2010) expusieron los procesos de recuperación, reutilización y reciclaje de residuos industriales, más comunes en la India y otros países con industrialización, en gran medida por los costos asociados a estos, puesto que son menores en comparación con otros procesos factibles de aplicar. Lo que sucede con los residuos con mayor frecuencia es la reutilización, unos son reutilizados en el centro en el que se generan, otros por instalaciones industriales cercanas, y algunos se reciclan a través de los mercados de reciclaje formal e informal. Se resalta el hecho que existan tasas de recuperación como es el caso de la refinería que produce el 87% de los residuos totales recuperados; la limitación la tienen otras empresas industriales por las configuraciones para la recuperación que no puedan tener altos porcentajes de conversión [29].

En España por su parte por las falencias en sus planes de contingencia para la problemática ambiental, Zamorano y colaboradores (2011), realizaron un estudio en el que destacaron la problemática provocada por la inadecuada gestión de residuos sólidos dentro de los parques industriales, por ello proponen una solución en el planteamiento de estrategias sostenibles de producción más limpia, reduciendo el consumo de recursos e implementando procesos naturales dentro del parque industrial. Estudiando el área metropolitana de Granada (España) analizaron la problemática existente, comparando esta con zonas industriales aledañas y haciendo un diagnóstico sobre el manejo de residuos sólidos para finalmente proponer alternativas. Se detectó que las limitaciones tienen estricta relación con el medio ambiente y los efectos de un sistema de gestión de residuos que no sigue los principios básicos de la normativa vigente [30].

De todo lo anterior se puede decir que la aplicación de políticas ambientales a pesar que obligan y en algunos casos incentivan a los productores de residuos, no alcanza a totalidad sus propósitos por los efectos que la contaminación ha generado en el planeta, sin embargo se destaca el esfuerzo de los entes gubernamentales, ambientales, los programas, proyectos y formulaciones que se plantearon en busca de contrarrestar la problemática del descontrol que se tienen con las basuras, y que se espera que en un futuro puedan ser superados.

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Para el cumplimiento de los objetivos planteados, se llevó a cabo una investigación cuantitativa de tipo evaluativa, que consistió en la emisión de un juicio sobre el proyecto comunitario empleando métodos científicos. Se evaluaron los residuos sólidos de las empresas instaladas en ZFLC, se realizó un estudio de mercado para seleccionar la tecnología adecuada para la disposición final de los residuos, los servicios y los objetivos del plan comunitario dirigidos a la solución de una situación problemática y las interrelaciones de estos elementos, con el propósito de ayudar a la toma de decisiones.

En la formulación del proyecto comunitario para la gestión y manejo de residuos sólidos de Zona Franca La Candelaria (ZFLC), se tuvo en cuenta toda la normativa legal vigente colombiana relacionada con la gestión integral de residuos. El primer paso fue la elaboración de un diagnóstico mediante la cuantificación y clasificación de los residuos sólidos generados en ZFLC, a través de un sistema de encuestas que fueron aplicadas a todas las empresas pertenecientes a esta zona industrial. Posteriormente, se realizó un estudio de mercado en cuanto a los beneficios que trae consigo el tratamiento, adecuación, transformación y venta de los desechos industriales y, por medio de la revisión bibliográfica se seleccionaron las tecnologías necesarias para tal fin, después se procedió a estudiar la viabilidad técnica, ambiental y económica de la implementación de dichas tecnologías y finalmente se formuló el proyecto de acuerdo a los resultados del estudio de factibilidad.

#### **3.2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

Para enfrentar la problemática ambiental generada por la mala disposición de los residuos sólidos provenientes de Zona Franca La Candelaria, fue necesario hacer un diagnóstico de su situación actual, con el fin de conocer la cantidad de desechos producidos, su disposición final y clasificarlos según su naturaleza, reciclabilidad, carácter aprovechable y propiedades

fisicoquímicas que determinen el tipo de tratamiento al que deben ser sometidos para obtener productos o servicios útiles, que generen un valor agregado de tipo económico para la comunidad de Membrillal. Por tal motivo, se utilizó un formato de encuesta formulado por el Centro de Desarrollo Tecnológico de Cartagena –CEDETEC–, en base a la literatura sobre los residuos sólidos más comunes en las industrias; permitiendo identificar las empresas en cuanto a su tamaño, tipo de usuario de ZFLC y gestión de residuos sólidos, seguidamente se hicieron unas preguntas para conocer la cantidad de desechos distribuidos en 15 categorías [incluyendo la opción otros], se preguntó finalmente por la disposición final de los mismos.

La recolección de información se realizó de la siguiente manera: la fuente primaria se tomó de las visitas realizadas a doce las empresas que hacen parte de ZFLC, se hizo entrega del formato de encuesta, (ver Anexo C), el cual fue diligenciado y entregado una vez completado con la información solicitada, este se firmó por el encuestado y el encuestador. Los resultados arrojados permitieron determinar los tipos de residuos que pueden ser transformados en productos y servicios de interés económico, reutilizados como materias primas o dispuestos en vertederos. Las fuentes de información secundarias fueron libros, revistas científicas, comunicados de prensa y artículos científicos tomados de las bases de datos de la Universidad De Cartagena: Science Direct, Ambientalex.info, Engineering Village, JSTOR.

### **3.3. MUESTRA**

ZFLC actualmente cuenta con 54 empresas, de las cuales se encuestaron doce, debido a que algunas no habían sido constituidas o estaban en etapa de iniciación (manifestando que no tenían datos para estimaciones de residuos) y otras son de logística, de éstas últimas se encuestaron siete que generaban residuos significativos, el resto se excluyeron teniendo en cuenta que al no trabajar con productos sino con servicios, la cantidad de residuos sólidos que generan mensualmente es muy pequeña.

Para los análisis estadísticos, se tomó como referencia el promedio mensual de la cantidad de residuos generados por cada una de las empresas, los totales fueron analizados de forma global por tipo de residuos, por materiales y empresas.

### **3.4. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN**

La cuantificación de los residuos se hizo en base a los resultados que arrojaron las encuestas acerca de las cantidades en peso y en porcentaje de composición de los desechos industriales que mensualmente son generados por cada una de las empresas que conforman Zona Franca La Candelaria. Estos resultados se tabularon y graficaron con el fin de obtener la representación esquemática de las cantidades de residuos generados y se analizó su incidencia en la problemática ambiental actual. Se hizo una serie análisis según diversas tabulaciones:

Resultados globales: se realizó la cuantificación de los residuos provenientes de ZFLC, se estudió su situación ambiental y se conoció la cantidad que se desecha. Solo se tuvo en cuenta la cantidad total de residuos.

Resultados globales por material: se cuantificaron de manera global los tipos de residuos provenientes de ZFLC, con esto se conoció que porcentaje se genera en el conglomerado de empresas mensualmente y su correspondiente peso.

Resultados totales por empresa: se cuantificaron los residuos en general producidos por cada empresa, esto permitió analizar la contribución de cada industria en la generación total de residuos y su influencia en la problemática ambiental. Solo se tuvo en cuenta la cantidad de residuos de cada empresa sin especificar el tipo de desecho.

Resultados específicos por empresa: se analizaron las cantidades de residuos en peso producidos en cada empresa, lo cual permitió conocer los tipos de desechos generados por industria y analizar sus causas y las consecuencias de los mismos.

Análisis del proyecto: una vez formulado el proyecto, se estudió su rentabilidad, lo que implicó examinar los resultados de acuerdo a las cantidades de residuos, los costos en

maquinaria y operación, y la efectividad de invertir en él. Además, se tuvo en cuenta lo que se aporta a ZFLC (reducción de costos por recolección de basuras, inversión social, políticas ambientales) y la comunidad (aporte a la generación de nuevos empleos, mejoramiento de la calidad de vida, generación de nuevas oportunidades de progreso en cuanto a su bienestar integral).

### 3.5. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Una vez conocida la cantidad de residuos sólidos industriales que son desechados en ZFLC por mes, se hizo necesario conocer todas las tecnologías posibles que podían ser implementadas para el tratamiento, reciclaje, reutilización y disposición final de cada tipo de residuo generado en el complejo industrial, esto en función de las características fisicoquímicas propias de cada material y del costo de las mismas. La selección se hizo, estudiando la literatura disponible en todas las áreas de la gestión integral de residuos sólidos; teniendo en cuenta las tecnologías limpias, que no generen más contaminación de la que se pretende mitigar, analizando los impactos y riesgos ambientales generados por el manejo inadecuado de los residuos y los producidos por el conjunto de técnicas a implementar.

**Tabla 2.** Lista de residuos.

<b>RESIDUOS</b>	
Plástico	Cartón
Icopor (EPS) de carga	Residuos Alimenticios
Icopor (EPS) de alimentos	Empaques Químicos
Metales	Material impregnado de aceite (Waipe)
Madera	Otros reciclables (Orgánicos, Aluminio, etc.)
Papeles	Otros no reciclables (Papel de fax, focos, etc.)

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

## **3.6. VIABILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL**

### **3.6.1. Viabilidad Técnica**

La viabilidad técnica se analizó para determinar la posibilidad de llevar a cabo el proyecto satisfactoriamente y en condiciones de seguridad con la tecnología disponible, para ello se tuvieron en cuenta aspectos como: durabilidad, operatividad, implicaciones energéticas; además se verificaron factores de diseño como: utilidad, mantenimiento, dimensiones, peso y seguridad.

La selección de tecnologías (ver Tabla 2), para el tratamiento de residuos sólidos industriales se basó en el tipo de desecho, cantidad generada y propiedades físicas de los mismos, garantizando que el proyecto reuniera las características, condiciones técnicas y operativas que aseguraran el cumplimiento de las metas y objetivos planteados.

### **3.6.2. Viabilidad Económica y Financiera.**

Este análisis implicó una investigación de mercados, que determinó cual producto se venderá, cuál será su precio y quienes lo comprarán, este se realizó con un estudio del consumidor y de la competencia, mediante visitas a entidades que se dedican a la compra y venta de residuos sólidos y a empresas recicladoras de la ciudad, para comparar precios y procesos productivos.

Finalmente, se planteó una estrategia de diferenciación que le aportó un valor agregado al proyecto: la empresa de reciclaje será de tipo comunitario, es decir la población que sufre las consecuencias del mal manejo de residuos sólidos en ZFLC, será la que resulte beneficiaria de los mismos, y a diferencia de las empresas recicladoras de la ciudad de Cartagena, los desechos no serán solo recogidos, almacenados y vendidos sino que se hará el acopio, separación, transformación de los residuos aprovechables en productos con un valor comercial.



Con base a lo anterior, se calculó la tasa de retorno (TIR) o tasa interna de rentabilidad del proyecto, esto determinó la aceptación del proyecto formulado para la gestión de residuos sólidos.

Para la estimación de la viabilidad económica se siguieron los siguientes pasos:

- Se estimó el capital necesario para la completa ejecución del proyecto, mediante el plan de inversión inicial y las evaluaciones de necesidades futuras.
- Se establecieron las posibles fuentes que aportaron el capital inicial necesario para la realización del proyecto, su puesta en marcha y el inicio de actividades. Esto incluyó los costos financieros de adquirir una deuda y los plazos de amortización de ésta (amortización financiera).
- Se estimó cuánto se venderá en un periodo de tiempo y cómo aumentarán las ventas durante los periodos posteriores, mediante un plan de ventas anual, con el nivel de detalle pertinente.
- Se previeron los costos a lo largo del mismo período, se clasificaron de forma conveniente, separando los costos variables o proporcionales de los fijos, para facilitar el análisis de aspectos específicos como el punto de equilibrio.
- Se pronosticó para el mismo período las cuentas de pérdidas y ganancias (balance de resultados).
- Se hizo el cálculo del punto de equilibrio de la empresa y el nivel a partir del cual esta comenzará a obtener beneficios, es decir, punto en el cual se recuperará la inversión inicial. [31].

### **3.6.3. Viabilidad Ambiental**

Este estudio consistió en evaluaciones ambientales que permitieron identificar impactos potenciales del proyecto y de igual manera la influencia del medio sobre dicho propósito. Se detallaron las fuentes de impacto ambiental y su grado de intensidad; en una matriz se estudiaron los efectos del mal manejo de residuos sólidos en ZFLC y posteriormente se analizaron las implicaciones ambientales de la implementación de tecnologías

seleccionadas a partir de las consultas bibliográficas (Ver Tabla 2), que permiten tratar los desechos y obtener a partir de ellos productos y servicios útiles.

En la Tabla 3, se muestra un esquema de la matriz que se implementó para plasmar los impactos ambientales que se generen en ZFLC analizando su duración en cada una de las variables de incidencia y la magnitud de sus efectos, además del alcance tanto en el medio físico natural como en los medios perceptuales.

**Tabla 3.** Matriz Ambiental residuos sólidos industriales ZFLC.

VARIABLES DE INCIDENCIA	Efecto			Temporalidad				Espaciales			Magnitud		
	POSITIVO	NEGATIVO	NEUTRO	PERMANENTE	CORTA	MEDIA	LARGA	LOCAL	REGIONAL	NACIONAL	LEVE	MODERADO	FUERTE
<b>MEDIO FÍSICO</b>													
<b>NATURAL</b>													
1. Contaminación del agua													
2. Contaminación del suelo													
3. Contaminación del aire													
4. Disminución de la flora													
5. Disminución de la fauna													
6. Arrastre de materiales													
<b>MEDIOS PERCEPTUALES</b>													
1. Calidad del paisaje													
2. Ruidos fuertes													
3. Olores desagradables													

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

### 3.7. FORMULACIÓN DEL PROYECTO

La última etapa fue la formulación del proyecto, el cual consta del resultado de los pasos anteriores está conformado por 4 partes visibles:

### **3.7.1. Identificación del Proyecto.**

Este es un proceso participativo de consulta que consistió en analizar la situación problemática, en esta parte se expuso el estudio de las partes interesadas, se seleccionó el grupo beneficiario, que incluyó el planteamiento del problema y los objetivos.

La identificación del proyecto tiene los siguientes elementos:

- Proceso que se adelanta
- Responsables del Proyecto
- Duración del proyecto
- Localización física del proyecto
- Denominación del proyecto.

### **3.7.2. Marco Lógico (Descripción).**

Una vez que se analizó y comprendió la situación, se establecieron los efectos concretos a alcanzar (objetivos y productos) y se esbozaron las acciones a desarrollar y los recursos necesarios. También, se establecieron indicadores apropiados para cada objetivo, y se dio una definición detallada y precisa de cada uno de los componentes que hacen parte del proyecto. Para ello, fue necesario desarrollar cada uno de los siguientes requerimientos:

- Antecedentes de la situación actual
- Caracterización y alcances del proyecto
- Resultados a obtener
- Beneficios esperados del proyecto
- Metas del proyecto
- Indicadores de evaluación
- Mecanismos de evaluación de impactos
- Aspectos ambientales
- Observaciones

### **3.7.3. Planificación de la Ejecución**

La siguiente parte de la formulación del proyecto fue la elaboración de un plan de ejecución basado en el marco lógico para tener un régimen de trabajo fundamentado en los resultados y un presupuesto detallado. Esta metodología incluyó la implementación de las tecnologías que se seleccionaron mediante la revisión bibliográfica y la viabilidad técnica. Aquí se tuvieron en cuenta aspectos como:

- Acopio de los residuos sólidos en Zona Franca La Candelaria.
- Transporte de los desechos hasta las instalaciones de la empresa que estará ubicada en la vereda Membrillal de Pasacaballo.
- Tratamiento, reutilización y disposición final de los residuos.
- Comercio y distribución de los productos obtenidos a partir de los residuos sólidos industriales.
- Disposición de las ganancias, determinación del capital de inversión y manejo económico de la empresa comunitaria.

### **3.7.4. Planificación del Seguimiento y Evaluación.**

Esta parte es importante porque posterior a la implementación del proyecto permitirá evaluar la calidad e impacto del proyecto en relación con el plan de acción estratégico.

- Seguimiento: Consistirá en el análisis y recopilación sistemática de información a medida que avanzó el proyecto, buscando mejorar la eficacia y efectividad. El Seguimiento permitió determinar si los recursos disponibles son suficientes y están bien administrados, si la capacidad de trabajo es apta y adecuada, y si se están llevando a cabo las actividades planificadas.
- Evaluación: Consistirá en la comparación de los impactos reales del proyecto con los planes estratégicos acordados. Se hará énfasis en las actividades que se establecieron, lo que se consiguió y cómo se logró.

El seguimiento y la evaluación comparten la misma orientación, hacia un aprendizaje a partir de lo que está hecho y la forma en cómo se logró, concentrándose en:

- **Eficacia:** El análisis informará sobre la adecuada aportación en cuanto a dinero, tiempo, personal y equipamiento, entre otros; en el trabajo relacionado a la producción. La eficacia será de gran importancia cuando se desee llevar el proyecto a gran escala.
- **Efectividad:** Este aspecto medirá los logros obtenidos por el proyecto en relación con aquellos objetivos específicos que se habían establecidos. Es decir, permitirá identificar cuántos y cuáles objetivos se cumplieron y qué faltó por cumplir con las expectativas iniciales.
- **Impacto:** Mediante este análisis se recopilará información sobre la influencia causada en la situación del problema que se afrontó, es decir, se cuestionará la utilidad de la estrategia planteada, esto será útil cuando el proyecto quiera ser ampliado o reproducido en otro ámbito, ya que planteará la relación entre lo que se hizo y el impacto que se quiso lograr.

Finalmente, lo que se buscará a través del seguimiento y evaluación es revisar el progreso logrado, identificando los problemas o inconvenientes en la planificación y la ejecución del proyecto y haciendo ajustes de tal manera que se aumenten las probabilidades de generar un cambio positivo en la implementación del plan de trabajo [32].

## 4. RESULTADOS: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

### 4.1. RESULTADOS GLOBALES.

Con base en la información reportada al Sistema Único de Información, SUI por los prestadores del servicio de aseo, se determinó que en Colombia se generan aproximadamente 25079 toneladas diarias de residuos ordinarios (752370 ton/mes), de las cuales el 90.99% (22819.2 ton/día) son dispuestas en rellenos sanitarios o plantas integrales de tratamiento de residuos sólidos, el 9.01% restante (2260 ton/día) cuentan con disposición inadecuada [33].

En cuanto a la generación de residuos sólidos industriales, en Colombia se desechan cada mes 273484 toneladas entre las 104 Zonas Francas aprobadas por el Ministerio de Comercio, en promedio cada una genera 2629.65 ton/mes (0.96% c/u) [34].

ZFLC con solo 12 de sus empresas, produce más de 4890 toneladas mensuales, es decir desecha 2261 toneladas por encima del promedio nacional, lo que representa el 1.79 % de la cantidad total, duplicando la cantidad máxima de residuos generados. Considerando el área total de las 104 Zonas Francas -4998 hectáreas- ZFLC representa el 2.7% con 133.4 hectáreas; 85 hectáreas por encima del promedio (48.06 ha/ZF).

Se evidencia que ZFLC es un área industrial mayor que el promedio nacional, lo cual se refleja en la generación de grandes cantidades de residuos sólidos, en su mayoría aprovechables; su mala disposición afecta al medio ambiente, la población vecina y la imagen corporativa del conglomerado de empresas, de ahí la importancia del manejo adecuado de los desechos sólidos con el fin de evitar una crisis ambiental, enfermedades en la comunidad y desprestigio empresarial de la Zona Franca ante sus usuarios.

## 4.2. RESULTADOS GLOBALES POR MATERIAL

Se cuantificaron de manera global los tipos de residuos provenientes de ZFLC, con esto se conoció el peso de cada uno en kilogramos generado mensualmente y su correspondiente porcentaje en peso. La tabla 4, muestra estos resultados.

**Tabla 4.** Cantidad de residuos generados en ZFLC en kilogramos mensuales y en porcentaje (%P/P).

<b>RESIDUO</b>	<b>PORCENTAJE (%P/P)</b>	<b>CANTIDAD (kg/mes)</b>
Plástico	0.622	30417.8
Icopor (EPS) de carga	0.002	101
Icopor (EPS) de alimentos	0.014	691.5
Metales	97.275	4757450
Madera	1.378	67400
Papeles	0.036	1766
Cartón	0.112	5492.5
Residuos Alimenticios	0.385	1818.5
Empaques Químicos	0.035	1717.4
Material impregnado de aceite	0.074	3630.24
Otros reciclables	0.004	200
Otros no reciclables	0.062	3040
<b>Totales</b>	<b>100</b>	<b>4890724.97</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación

**Figura 1.** Porcentaje en peso de residuos producidos en ZFLC por material.



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

En la Figura 1, se observó el porcentaje en peso de materiales que cada mes son desechados en ZFLC, destacándose la generación de residuos metálicos, ya que representa más del 95% de la totalidad de desechos producidos, esto debido a la densidad del acero que está alrededor de  $7500 \text{ kg/m}^3$ . El peso de los residuos metálicos, no permitió analizar la influencia de los demás materiales. La Figura 2, muestra el comportamiento de los desechos generados mensualmente, exceptuando el metal.

**Figura 2.** Porcentaje en peso de residuos producidos en ZFLC por material exceptuando el metal.



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.



En la figura 2, se analizó la influencia de los materiales a excepción del metal, mostrando el porcentaje de cada tipo de residuo generado en ZFLC. La distribución de los demás residuos sólidos muestra un comportamiento más homogéneo; relacionado al análisis en peso donde priman los residuos más densos, como la madera y el plástico, cuya contribución en peso es mayor.

### 4.3. RESULTADOS GLOBALES POR EMPRESA.

Se cuantificaron los residuos en general producidos por cada empresa, esto permitió analizar la contribución de cada industria en la generación total de residuos y su influencia en la problemática ambiental. Se tuvo en cuenta la cantidad de residuos sólidos de cada empresa sin especificar el tipo de desecho. En la Tabla 5, se observan estos resultados.

**Tabla 5.** Cantidad de residuos de cada empresa en kilogramos mensuales y su porcentaje en peso (%P/P).

<b>EMPRESA</b>	<b>kg/mes</b>	<b>%P/P</b>	<b>EMPRESA</b>	<b>kg/mes</b>	<b>%P/P</b>
Gestión Cargo	10050.4	0.206	Comensa	5400	0.110
Disan	23	0.001	A.B Logistics	413850	8.462
SCL S.A	11.5	0.001	Distriservices	6168	0.126
Rolog S.A	15833.5	0.324	Glormed S.A	8251	0.169
Globalog	2715	0.056	Comercializadora	324	0.007
FEPCO S.A.S	4418734.5	90.349	Trululu	9364.08	0.191
<b>Totales</b>				<b>4890724.97</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La Tabla 5, describió la generación de residuos sólidos de cada una de las empresas que conforman ZFLC, destacándose la contribución de Fepco S.A.S y A.B. Logistics. En relación al desarrollo de sus actividades, son las empresas que más contribuyen a la contaminación de la Zona Franca.

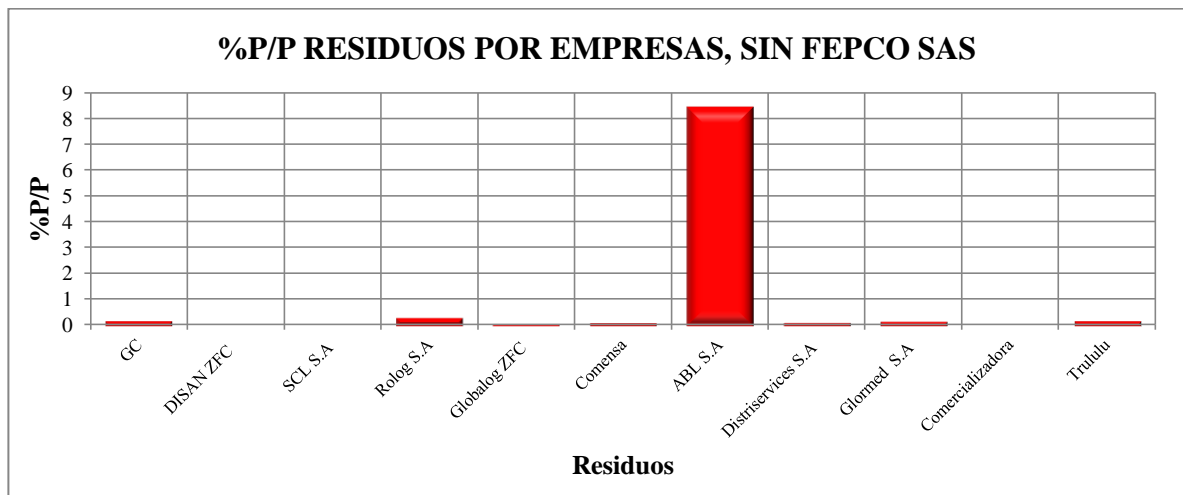
**Figura 3.** Porcentaje en peso de residuos generados por cada empresa de ZFLC.



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

En la figura 3, se destacó la influencia de Fepco S.A.S como la principal empresa generadora de residuos en ZFLC, abarcando el 90% de los desechos, esto debido a que se dedica a la fabricación y comercialización de implementos para la industria petrolera, estos productos son principalmente de acero y reflejándose en el peso de los residuos generados. Para analizar la influencia de las demás empresas en la problemática de ZFLC, en la Figura 4 se excluyó la participación de Fepco S.A.S:

**Figura 4.** Porcentaje en peso de generación de residuos por empresa en ZFLC sin FEPCO S.A.S.



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

En la figura 4, se presentó el comportamiento de las empresas de ZFLC, exceptuando Fepeco S.A.S; mientras ABL S.A produce más del 8% con residuos densos como la madera y metales, las demás empresas no llegan al 1% de la totalidad producida, con materiales menos densos como el Icopor o papel.

#### 4.4. RESULTADOS ESPECÍFICOS POR EMPRESA

Se analizaron las cantidades de residuos en peso producidos en cada empresa, lo cual permitió conocer los tipos de desechos generados por industria y analizar sus causas y las consecuencias de los mismos.

##### 4.4.1. Gestión Cargo Zona Franca S.A.S

Es una empresa dedicada al transporte e importación de mercancías, y pertenece al grupo Nutresa, que se caracteriza por ser la compañía líder en alimentos de Colombia, con presencia en EEUU Centro América y la región Andina. Su generación de residuos sólidos se describe en la Tabla 6.

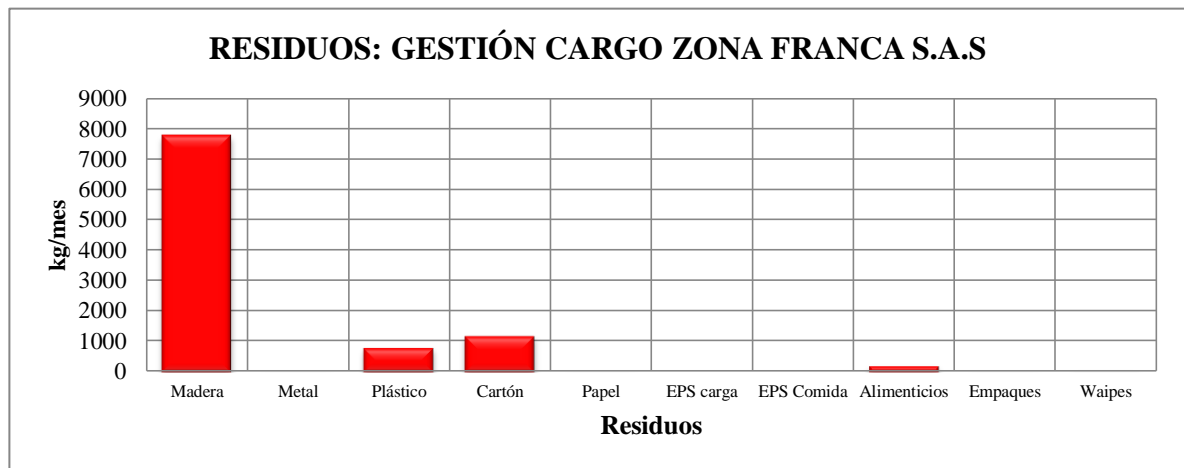
**Tabla 6.** Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Gestión Cargo Zona Franca S.A.S

<b>RESIDUO</b>	<b>kg/mes</b>	<b>%P/P</b>	<b>RESIDUO</b>	<b>kg/mes</b>	<b>%P/P</b>
Madera	7800	28.45	EPS de comida	0	0
Metal	4	0.015	EPS de carga	0	0
Plástico	800	2.917	Alimenticios	200	0.729
Cartón	1200	4.376	Empaques Químicos	17388	63.41
Papel	4	0.015	Material impregnado	25	0.091
<b>Totales</b>				<b>27421</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La Tabla 6, permitió estudiar las causas de la generación de cada tipo de residuo sólido en la empresa Gestión Cargo Zona Franca S.A.S, donde la mayor cantidad de residuos son de madera y cartón, como consecuencia de las actividades logísticas de transporte de mercancías. La falta de un sistema de gestión y manejo de estos residuos afecta directamente al medio ambiente, la calidad del paisaje y la imagen corporativa del Grupo Nutresa.

**Figura 5.** Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Gestión Cargo Zona Franca S.A.S



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

En la figura 5, se analizó el tipo de residuo y la cantidad de generada en Gestión Cargo Zona Franca S.A.S. El desecho producido en mayores cantidades es la madera proveniente de las estibas, utilizadas en las labores de logística de bodegas. Al mismo tiempo se desechan cartón y plástico. Estos residuos no son aprovechados en la empresa y son depositados sin control alguno en tanques de almacenamiento para la recolección tradicional por el camión de basuras.

#### **4.4.2. Disan ZF Sucursal Colombia**

Disan es una compañía Colombiana que nació en el año de 1976, con el objetivo de distribuir materias primas para el sector farmacéutico. Hoy en día, es una empresa líder en la distribución de materias primas en diversos mercados y atiende a un grupo importante de

industrias, como: alimentos, detergentes, fertilizantes, plásticos entre otras áreas. Los residuos producidos por esta empresa se muestran a continuación en la Tabla 7.

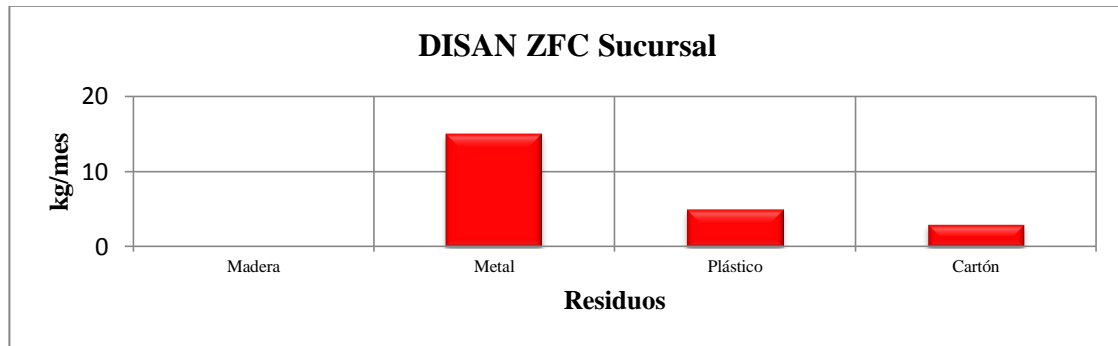
**Tabla 7.** Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Disan ZF Sucursal Colombia.

RESIDUO	kg/mes	%P/P	RESIDUO	kg/mes	%P/P
Metal	0	0	Plástico	15	65.22
Papel	3	13,04	Cartón	5	21.74
<b>Totales</b>				<b>23</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

En la Tabla 7 se indicó la cantidad en kilogramos mensuales y el porcentaje en peso de cada tipo de material desechado en Disan ZF Sucursal Colombia. Por ser una empresa distribuidora, no genera grandes cantidades de residuos en el desarrollo de sus actividades.

**Figura 6.** Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Disan ZF Sucursal Colombia.



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La figura 6, permitió observar que la empresa Disan ZF Sucursal Colombia, no produce grandes cantidades de residuos, debido a que distribuye y comercializa materias primas para otras industrias. Como resultado de sus labores de logística desecha plástico, cartón y papel generados mayormente en el embalaje de detergentes y fertilizantes. Dichos residuos no son aprovechados ni reutilizados en la empresa, son aglomerados y enviados al vertedero municipal.

#### 4.4.3. SCL-Schwyn Cargo Logistics S.A

SCL - Schwyn Cargo Logistics S.A. es una empresa encargada de prestar servicios de agenciamiento aduanero para la logística en el manejo integral de sus movimientos de carga. SCL, brinda soluciones en la operación portuaria, transporte nacional e internacional, manejo y distribución de mercancías, diseño de redes de abastecimiento, entre otros. Los residuos generados son presentados en la Tabla 8.

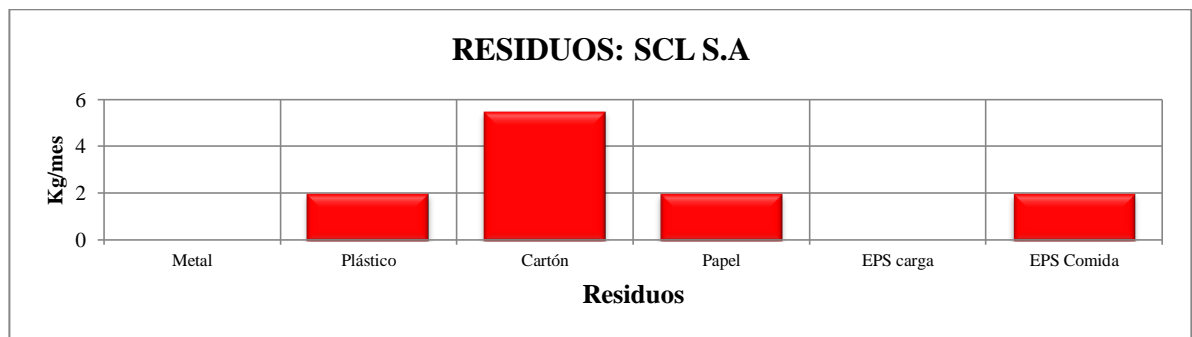
**Tabla 8.** Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de SCL - Schwyn Cargo Logistics S.A.

RESIDUO	kg/mes	%P/P	RESIDUO	kg/mes	%P/P
Metal	0	0	Papel	2	17.39
Plástico	2	17.39	EPS de carga	0	0
Cartón	5.5	47.83	EPS de comida	2	17.39
<b>Totales</b>				<b>11.5</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La Tabla 8, mostró que las actividades de la empresa SCL- Schwyn Cargo Logistics S.A. no generan grandes cantidades de residuos sólidos. Sus desechos son cartón, plástico y papel provenientes de las oficinas

**Figura 7.** Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en SCL S.A



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La figura 7, reveló los índices de residuos de la empresa SCL S.A; la cantidad de material desechado es de 11.5 kilogramos cada mes; debido a que esta compañía se dedica a servicios logístico. Lo que se genera es básicamente material de oficina, que no es aprovechado.

#### 4.4.4. Rolog S.A

Nació en el año 1941 como una empresa motor de desarrollo, para la prestación del servicio de Agenciamiento Aduanero y la Coordinación del Transporte de Carga en Colombia; hoy es un grupo de empresas sólidas, con presencia en las principales ciudades del territorio nacional y en los terminales de carga marítimos, puertos secos y aeropuertos del país. La cantidad de residuos generados en Rolog S.A se analizan en la Tabla 9.

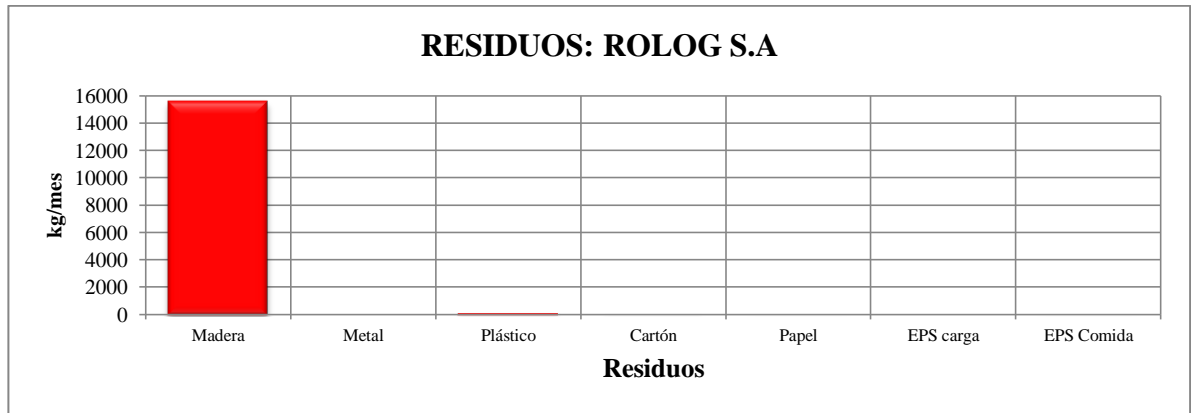
**Tabla 9.** Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Rolog S.A.

<b>RESIDUO</b>	<b>kg/mes</b>	<b>%P/P</b>	<b>RESIDUO</b>	<b>kg/mes</b>	<b>%P/P</b>
Madera	15600	98.53	Cartón	50	0.316
Metal	0	0	Papel	2	0.013
Plástico	150	0.947	EPS de carga	0	0
			EPS de comida	31.5	0.199
<b>Totales</b>				<b>15833.5</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La Tabla 9 indicó la cantidad de residuos sólidos en kilogramos mensuales que se producen en Rolog S.A, destacándose la generación de estibas de madera y plástico, resultantes de sus actividades logísticas.

**Figura 8.** Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en ROLOG S.A



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La figura 8, demostró que la empresa Rolog S.A, dedicada al transporte de carga, genera mayormente madera como residuo, proveniente de las estibas utilizadas en las bodegas de la empresa, también produce residuos plásticos de bolsas de embalaje. Estos desechos son depositados en tanques que luego llegan al vertedero.

#### 4.4.5. Globalog Zona Franca Ltda.

En sus servicios tiene como objetivo la integración, y optimización de la cadena de suministro, con una logística segura y confiable que les permita transportar las mercancías en la cantidad necesaria. Provee operaciones integrales de logística internacional puerta a puerta, desarrollando proyectos en conjunto con los clientes para mejorar la eficiencia y eficacia de las organizaciones. El comportamiento de la generación de residuos sólidos en esta empresa se observa en la Tabla 10.

**Tabla 10.** Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Globalog Zona Franca LTDA.

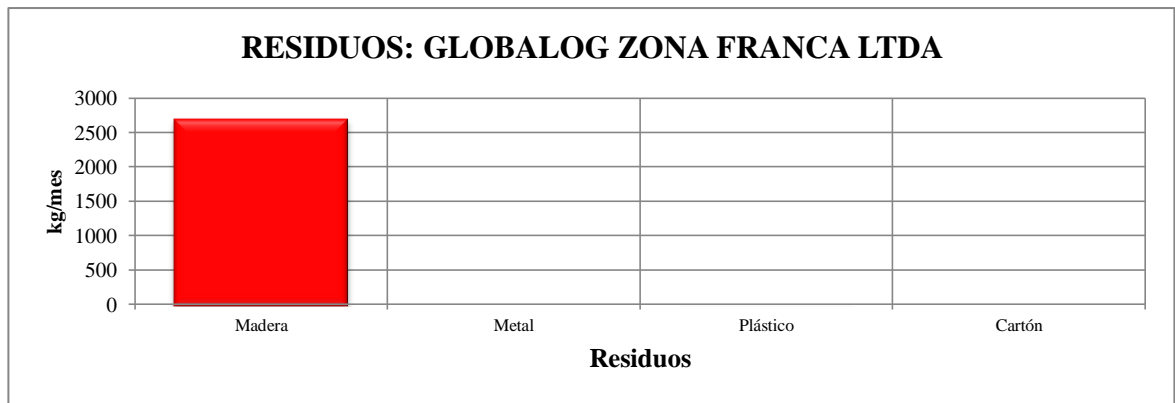
RESIDUO	kg/mes	%P/P	RESIDUO	kg/mes	%P/P
Madera	2700	99.45	Plástico	15	0.55
Metal	0	0	Cartón	0	0
<b>Totales</b>				2715	100%

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.



En la Tabla 10, se analizó la cantidad de residuos generados cada mes en Globalog Zona Franca, destacándose los desechos de madera, que al no ser aprovechados, contaminan directamente el medio ambiente.

**Figura 9.** Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Globalog Zona Franca LTDA.



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

En la figura 9, se estudió la cantidad de residuos generados por Globalog Zona Franca LTDA, donde al igual que las empresas anteriores de logística, el residuo más generado es la madera resultante del uso de las estibas para la carga de mercancías en las bodegas y que posteriormente son desechadas sin aprovechamiento alguno.

#### **4.4.6. Fepeco Zona Franca S.A.S**

Fepeco es una empresa Colombiana, que ofrece suministro y servicio de cabezales de pozo y árboles de navidad (conjunto de válvulas para regular el paso del *petróleo*); brindando un servicio de asistencia técnica de primera clase con estándares internacionales certificados y otros requisitos aplicables. La generación de residuos sólidos cada mes se muestra en la Tabla 11.

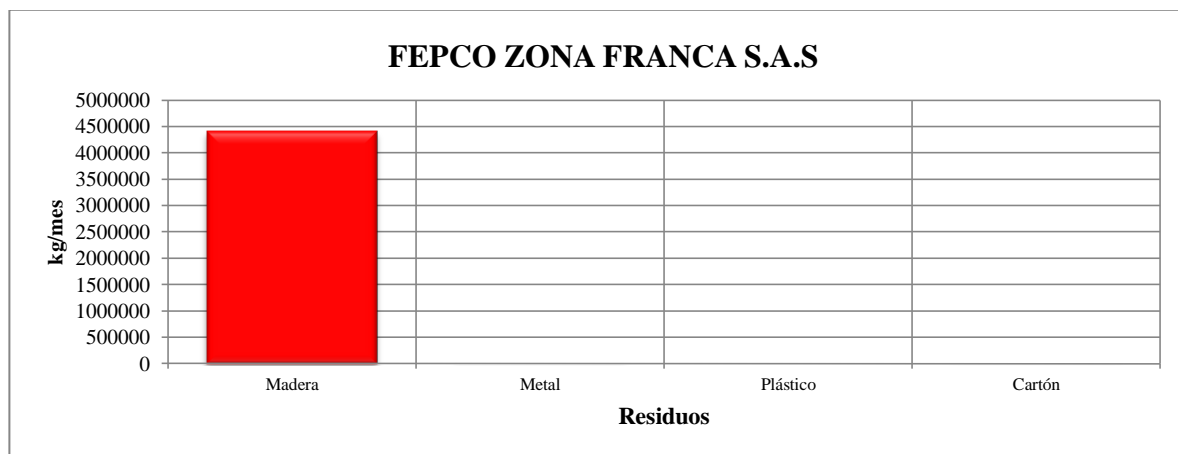
**Tabla 11.** Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Fepco Zona Franca S.A.S

<b>RESIDUO</b>	<b>kg/mes</b>	<b>%P/P</b>	<b>RESIDUO</b>	<b>kg/mes</b>	<b>%P/P</b>
Metal	4400000	99.58	Alimenticios	18574.5	0.42
Empaques Químicos	0	0	Material impregnado	160	0
<b>Totales</b>				<b>4418574.5</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La Tabla 11, demostró que Fepco Zona Franca S.A.S es la empresa que mayor cantidad de residuos sólidos genera en Zona Franca La Candelaria con más de 4 mil toneladas mensuales, en su mayoría residuos del acero usado a lo largo de su proceso productivo.

**Figura 10.** Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Fepco Zona Franca S.A.S



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La figura 10 reflejó la cantidad de residuos generados por Fepco S.A.S. Se producen más de 4000 toneladas al mes, en su gran mayoría metales. Esto se debe a las actividades laborales de la compañía: comercio de equipos para la industria petrolera, dicho equipamiento por las características deseadas se fabrican en acero, cuyos residuos no son aprovechados, sino dispuestos en los vertederos.

#### 4.4.7. Comercializadora De Energéticos S.A Sucursal Colombia COMENSA S.A

COMENSA se constituyó en 2008, participando en el desarrollo del sector eléctrico en Colombia y aprovechando la fortaleza de la mano de obra y ubicación geográfica para impulsar el mercado de exportación. Produce cortacircuitos, descargadores y seccionadores. A raíz de sus actividades laborales produce más de 5 toneladas al mes de residuos sólidos, estos son discriminados en la Tabla 12.

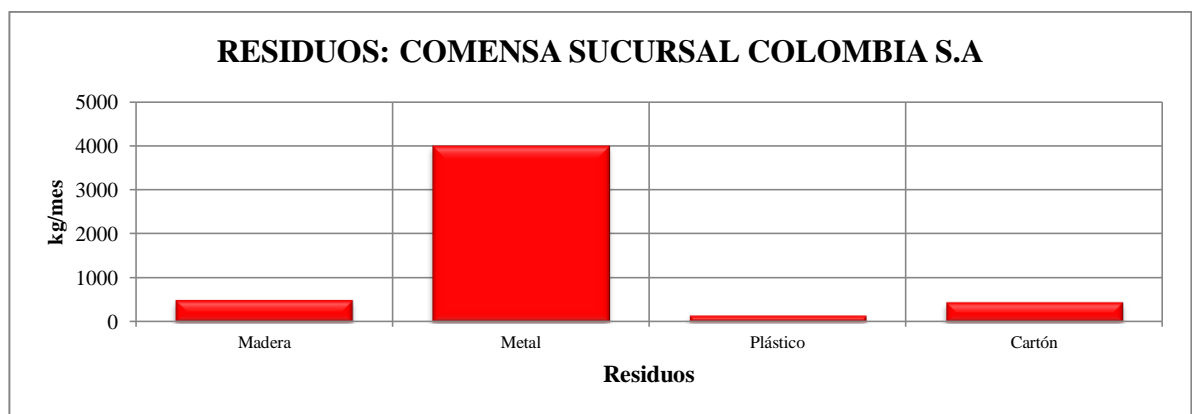
**Tabla 12.** Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de COMENSA Sucursal Colombia S.A

RESIDUO	kg/mes	%P/P	RESIDUO	kg/mes	%P/P
Madera	500	9.26	Cartón	450	8.33
Metal	4000	74.07	EPS de carga	100	1.85
Plástico	150	2.77	Otros reciclables	200	3.72
<b>Totales</b>				<b>5400</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

En la Tabla 12, se señaló la contribución de la empresa COMENSA Sucursal Colombia S.A, donde la mayoría de los residuos producidos son metal, madera, cartón y plástico, completando más de 5 toneladas de residuos no aprovechados.

**Figura 11.** Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en COMENSA Sucursal Colombia S.A



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La figura 11, mostró el índice de residuos producidos por COMENSA S.A; lo que más produce es metal, los demás residuos se generan en menores cantidades, manteniendo un volumen constante, todos son desechados sin actividades previas de clasificación. El peso total representa el 0.11% de la generación de RSI en ZFLC.

#### 4.4.8. Accuracy Brain Logistics S.A

ABL se encarga de la administración logística de inventarios; tiene en su haber la ejecución y aseguramiento de algunos procesos de valor agregado, como son el ensamble de maquinaria agrícola y la transformación básica de referencias. Sus residuos sólidos generados se analizan en la Tabla 13.

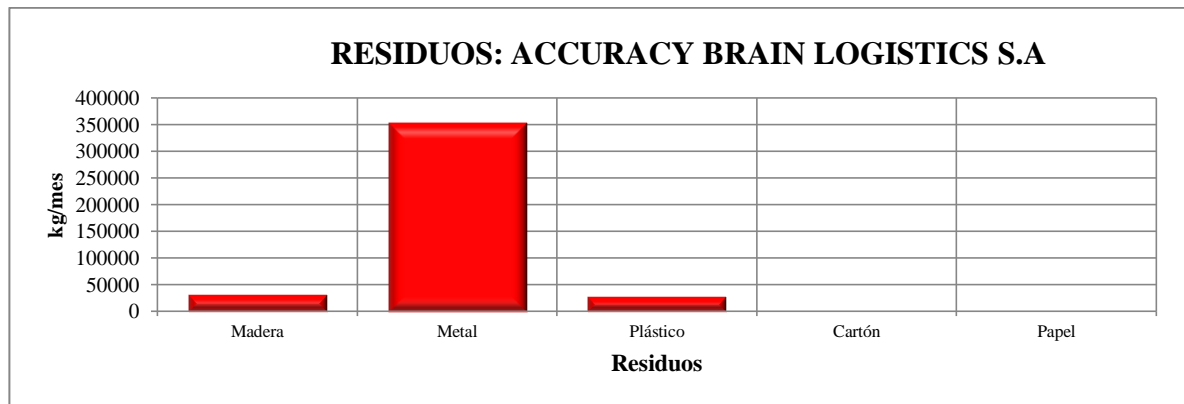
**Tabla 13.** Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Accuracy Brain Logistics S.A

<b>RESIDUO</b>	<b>kg/mes</b>	<b>%P/P</b>	<b>RESIDUO</b>	<b>kg/mes</b>	<b>%P/P</b>
Madera	30000	7.253	Cartón	1500	0.362
Metal	353250	85.36	Papel	1350	0.325
Plástico	27150	6.56	EPS de comida	600	0.14
<b>Totales</b>				<b>413850</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

Con los resultados de la Tabla 13, se reveló que ABL S.A es la segunda empresa (después de Fepco Zona Franca S.A.S) en generación de residuos sólidos, aportando el 8.42%; siendo una de las más contaminantes, con grandes cantidades de metal, madera, plástico, cartón, papel e Icopor proveniente del almacenamiento de los alimentos.

**Figura 12.** Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Accuracy Brain Logistics S.A



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La figura 12, demostró la incidencia de cada tipo de residuo en ABL S.A, el de mayor producción es el metal, seguido de la madera y el plástico; provenientes de las labores de logística, al final de su vida útil son dispuestos en tanques de almacenamiento a la espera de los camiones recolectores.

#### 4.4.9. Distriservices S.A Colombia

Ofrece a otras empresas la posibilidad de hacer salidas temporales de la Zona Franca de materias primas, insumos para transformación o ensamble sin pago de aranceles ni IVA; nacionalización de bienes transformados, optimizando costos y flujos de caja, transformación o elaboración en Zona Franca de sus materias primas. Sus residuos sólidos generados se plasmaron en la Tabla 14.

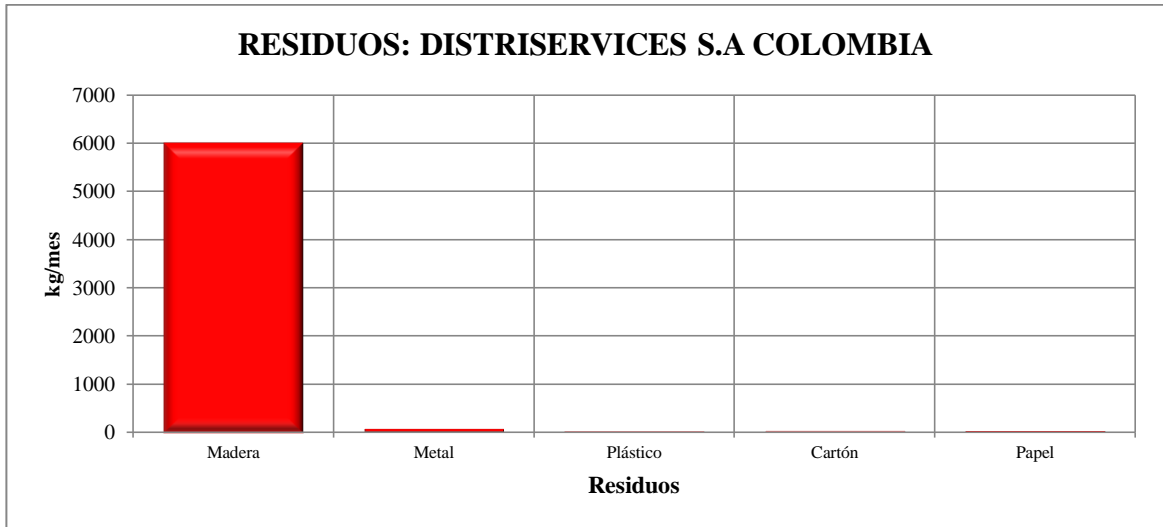
**Tabla 14.** Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Distriservices S.A Colombia

RESIDUO	kg/mes	%P/P	RESIDUO	kg/mes	%P/P
Madera	6000	97.27	EPS de comida	28	0.454
Plástico	80	1.297	Alimenticios	40	0.65
Papel	20	0.324			
<b>Totales</b>				6168	100%

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La Tabla 14, describió el comportamiento de la generación de residuos sólidos en DISTRISERVICES S.A Colombia. El desecho más producido es la madera, seguido del plástico y el papel; estos residuos contaminan el área común de ZFLC y deterioran su imagen paisajística.

**Figura 13.** Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en DISTRISERVICES S.A Colombia



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La figura 13, señaló las cantidades de cada tipo de residuos que se producen mensualmente en DISTRISERVICES S.A, al igual que otras empresas de logística, el material desechado es la madera obtenida de las estibas utilizadas para las actividades de carga en las bodegas, posteriormente son desechadas sin aprovechamiento alguno.

#### 4.4.10. Glormed Colombia S.A

Trabaja para consolidarse como organización líder a nivel mundial en la producción y comercialización de guantes de vinilo libres de polvo para examen médico y uso multipropósito. Busca el mejoramiento continuo de los productos y procesos, basado en el uso eficiente de los recursos, con trabajadores comprometidos con la organización. La generación de residuos sólidos se manifiesta en la Tabla 15.

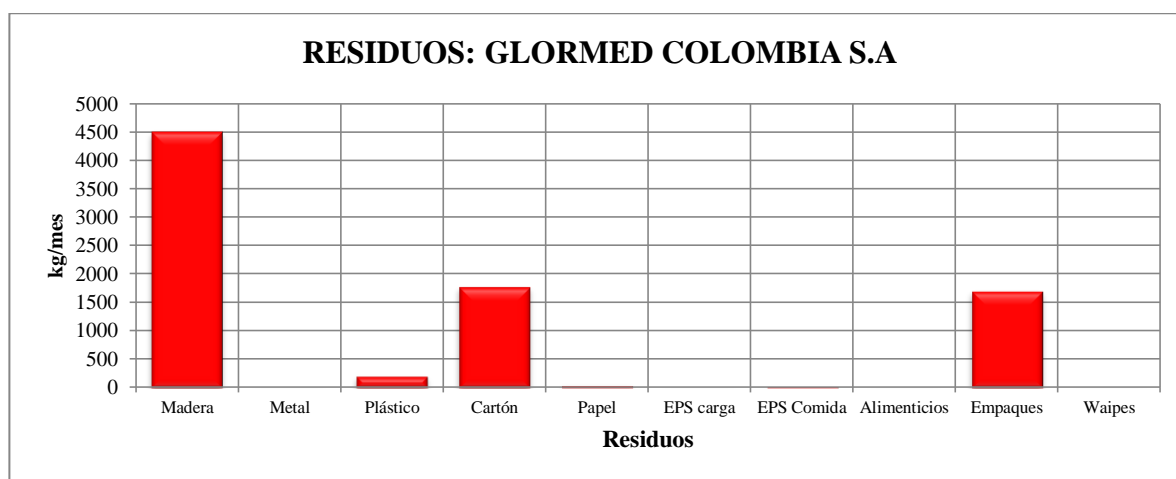
**Tabla 15.** Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Glormed Colombia S.A

<b>RESIDUO</b>	<b>kg/mes</b>	<b>%P/P</b>	<b>RESIDUO</b>	<b>kg/mes</b>	<b>%P/P</b>
Madera	4500	54.54	EPS de carga	1	0.013
Metal	1	0.013	EPS de comida	20	0.242
Plástico	200	2.424	Alimenticios	1	0.013
Cartón	1777	21.53	Empaques Químicos	1700	20.60
Papel	46	0.557	Material impregnado	5	0.068
<b>Totales</b>				<b>8251</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La Tabla 15, permitió analizar la incidencia de cada tipo de residuo generado en la producción total de desechos de Glormed Colombia S.A. Más de 4 toneladas de madera y casi 2 toneladas de cartón, son vertidas cada mes sin aprovechamiento alguno.

**Figura 14.** Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Glormed Colombia S.A



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

En la figura 14, se analizó el índice de residuos sólidos generados mensualmente, ésta empresa manufacturera desecha grandes cantidades de madera, cartón y empaques

químicos, y en pequeñas proporciones plástico, Icopor y papel; como resultado de su proceso productivo.

#### 4.4.11. Comercializadora Zona Franca De La Costa S.A.S

Se dedica al manejo, manipulación y distribución de mercancías con destino al mercado nacional o extranjero; optimizando y agilizando todo tipo de procedimientos logísticos, operativos y administrativos, gestionado por un equipo especializado con una cobertura total de 24 horas de trabajo operativo, para el beneficio de sus usuarios y clientes. Las cantidades de residuos sólidos que genera, se observan en la Tabla 16.

**Tabla 16.** Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Comercializadora Zona Franca De La Costa S.A.S

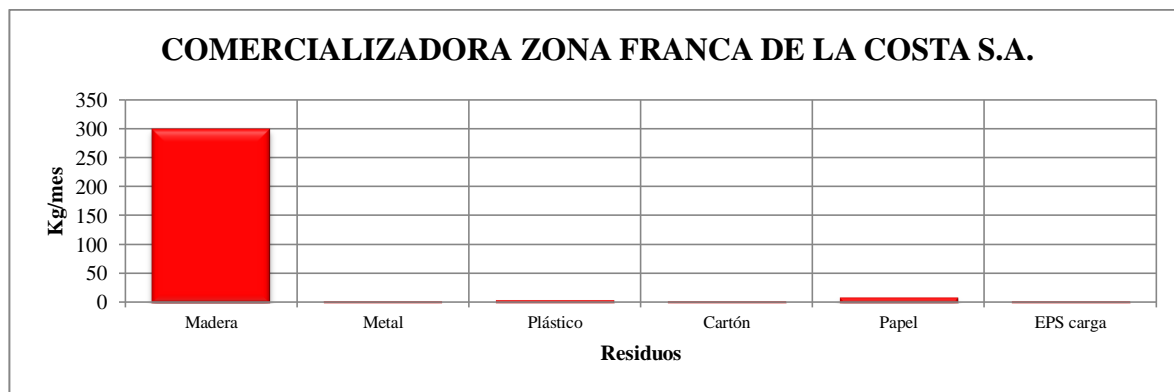
<b>RESIDUO</b>	<b>kg/mes</b>	<b>%P/P</b>	<b>RESIDUO</b>	<b>kg/mes</b>	<b>%P/P</b>
Madera	300	92.59	Papel	3	0.927
Plástico	3	0.927	EPS de comida	10	3.086
Cartón	5	1.543	Alimenticios	3	0.927
<b>Totales</b>				<b>324</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La Tabla 16, demostró que la empresa Comercializadora Zona Franca De La Costa S.A.S, en el desarrollo de sus actividades laborales, genera mayormente madera y otros residuos en menor proporción, afectando directamente el entorno y produciendo el 0.07% de los residuos totales de ZFLC.



**Figura 15.** Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Comercializadora ZF S.A.S



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La figura 15, permitió analizar la cantidad de residuos que se generan cada mes en Comercializadora S.A, esta empresa de transporte de mercancías, produce madera en cantidades moderadas y pequeñas cantidades de plástico, Icopor y cartón, esto derivado de las actividades de logística; luego son almacenados y desechados.

#### 4.4.12. Golosinas Trululu S.A

Es una compañía que se encarga de crear, producir y comercializar dulces; constantemente hace innovaciones de sus productos de excelente calidad, basados en la prevención y control de los riesgos relacionados con la inocuidad del producto, la conservación ambiental, la salud ocupacional y la seguridad organizacional. La cantidad de cada tipo de residuos que generan se muestra en la Tabla 17.

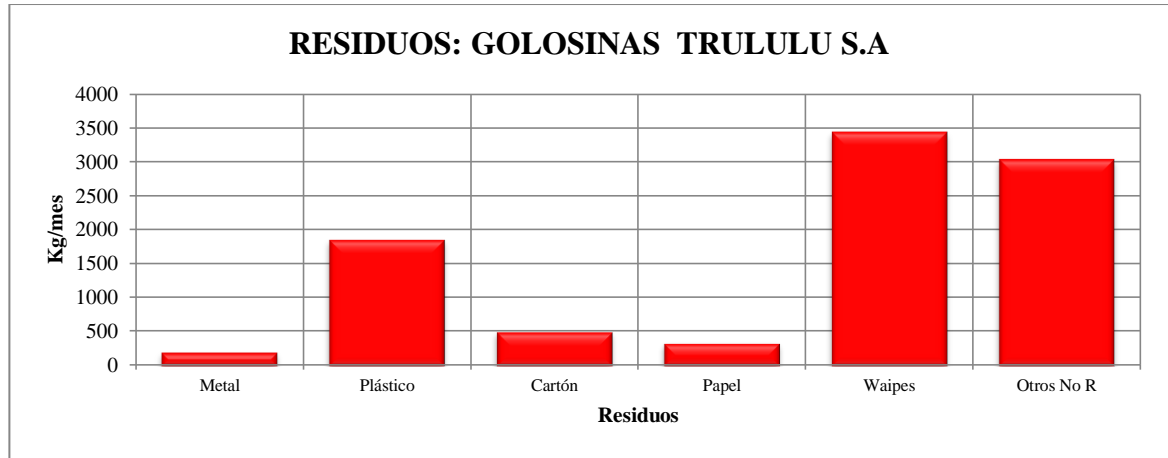
**Tabla 17.** Cantidad de residuos en kg/mes y %P/P de Golosinas Trululu S.A.

RESIDUO	kg/mes	%P/P	RESIDUO	kg/mes	%P/P
Metal	195	2.08	Papel	336	3.589
Plástico	1852.84	19.79	Material impregnado	3440.24	36.74
Cartón	500	5.34	Otros no reciclables	3040	32.46
<b>Totales</b>				<b>9364.08</b>	<b>100%</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

En la Tabla 17, se observó que Golosinas Trululu S.A genera más de 9 toneladas de residuos sólidos cada mes, en su mayoría plásticos que pueden ser aprovechados y material impregnado difícilmente reciclable; todos son contaminantes y afectan el medio ambiente.

**Figura 16.** Cantidad en kilogramos mensuales de residuos generados en Golosinas Trululu S.A.



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

La figura 16, indicó la cantidad de residuos que cada mes genera Golosinas Trululu S.A, esta empresa produce grandes cantidades de plástico y trapos industriales impregnados de aceite; en menor proporción cartón, papel y metales, sin aprovecharlos o reutilizarlos.

Siete de las doce empresas encuestadas se dedican al desarrollo de actividades logísticas, se caracterizaron por generar mayormente residuos de madera provenientes del uso de las estibas para el almacenamiento de mercancías, plásticos generados por el embalaje y cartón usado en el empaquetamiento de productos. Estos materiales de acuerdo con la causa de su generación, son aprovechables en un 100%, ya que no poseen componentes tóxicos ni entran en contacto con contaminantes peligrosos. La empresa logística que genera mayor cantidad de residuos sólidos es A.B Logisics con más de 400 toneladas mensuales, cantidad que dista de lo esperado para una organización de este tipo. Las empresas que se dedican a la comercialización y distribución de productos y materias primas a otras industrias, aportan menos del 0.5% de los RSI de ZFLC, esto debido a que el desarrollo de sus actividades implica el movimiento de las mercancías, no su alteración constante. Así, los residuos generados son provenientes de las oficinas.

Se encuestaron tres empresas manufactureras, caracterizadas por producir residuos más variados y en mayores cantidades. Generan más del 90% de los desechos sólidos de ZFLC, principalmente con metales que no pueden ser reutilizados dentro de los procesos por las especificaciones técnicas de los productos a obtener. La mayoría de los residuos provenientes de labores de manufactura son aprovechables y pueden ser comercializados como materias primas o como productos terminados en otros procesos.

#### **4.5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

La Zona Industrial de Mamonal cuenta con 3100 hectáreas y más de 100 empresas, superando a ZFLC en área y en usuarios, sin embargo, generó solo el 1.1% del total de los residuos generados en todas las Zonas Francas de Colombia en el último año. Por su parte, ZFLC produjo el 1.79% en una vigésima parte del terreno y con la mitad de las empresas. Las cantidades de residuos sólidos generados en ZFLC superaron el promedio nacional para una Zona Franca en Colombia. Teniendo en cuenta que esto generó mayores costos de servicios de recogida y vertido, no se cumplió con los estándares ambientales ni reivindicó la Responsabilidad Social Empresarial. La cantidad de residuos está ligada a fallas en la optimización de los procesos que se evidenciaron en el desperdicio de materias primas y el exceso de sobrantes, y a la falta de una conciencia medio ambiental que motive a las empresas a implementar sistemas de gestión de residuos sólidos. Se hace necesaria la implementación de un sistema que combine el aspecto ambiental con el económico, garantizando el desarrollo sostenible de la Zona Franca. Con el mismo objetivo en 2008, se propuso un modelo de producción más limpia viable para este tipo de organizaciones, que incluyó la conservación de la materia prima y la energía, la eliminación de materias primas tóxicas, y la reducción en cantidad y toxicidad de las emisiones y desperdicios antes de su salida del proceso [34].

Entre los diversos materiales desechados en ZFLC, se destacó el metal proveniente principalmente de la empresa Fepco S.A, al tratarse de una cantidad tan alta de acero –más de 4 mil toneladas mensuales– se debe implementar un sistema que compense el total de residuos cada mes, mediante su transformación en productos útiles para la comunidad. Esta

cantidad exagerada de acero residual se debió a que las especificaciones técnicas requeridas para la fabricación de cabezales y árboles de navidad (industria petrolera) no permiten la reutilización del acero como materia prima o su reincorporación al proceso en otro aspecto. Esta situación se puede disminuir teniendo en cuenta que a través del reciclaje de acero se reduce en un 100% el costo de materias primas. Así, en 2011, se estudió el ahorro de material virgen en un 90%, economizando energía, agua y disminuyendo las emisiones a la atmosfera [35]; donde solo utilizando material reciclado los beneficios se potencializaron.

En ZFLC se produjeron más de 4890 toneladas de residuos cada mes, la reutilización o disposición adecuada de los mismos se hace urgente, se propuso mitigar los efectos de estos desechos mediante su transformación en productos útiles a los habitantes, en una planta procesadora; es decir, tomar medidas para afrontar la problemática. En 2003, uno de los proyectos ambientales desarrollados en el país se enfatizó en la prevención de la contaminación mediante la elaboración y aplicación de acciones correctivas en cada uno de los equipos de los procesos productivos para reducir la generación de residuos ocasionados en mayor cantidad; sin incluir medidas para aprovecharlos, dejando una gran parte del problema sin resolver [36].

Cada una de las 12 empresas encuestadas en ZFLC, contribuyó con una determinada cantidad de residuos que dependiendo de su naturaleza afectan el medio ambiente de diversas formas, las compañías dedicadas a la logística desecharon madera en grandes cantidades provenientes de las estibas utilizadas para las actividades de carga y transporte en las bodegas, las empresas comerciales generaron residuos de oficinas y alimentos principalmente y las de carácter industrial produjeron residuos más variados, debido a la diversidad de los productos ofertados.

En ZFLC a parte de los metálicos, se generaron otros 11 tipos de residuos sólidos, dispuestos a sufrir transformaciones mecánicas, biológicas y químicas para minimizar su impacto en el entorno, esto se logró seleccionando las tecnologías adecuadas para cada tipo de residuo, teniendo en cuenta aspectos como el producto obtenido, los costos requeridos y su carácter ecológico.

## **4.6. SELECCIÓN DE TECNOLOGÍAS**

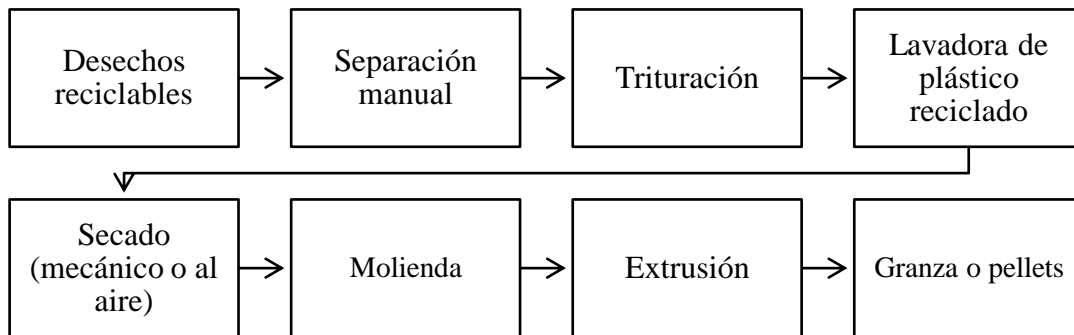
Una vez conocida la cantidad de residuos sólidos industriales que son desechados en ZFLC por mes, se hizo necesario conocer todas las posibles tecnologías que podían ser implementadas para el tratamiento, reciclaje, reutilización y disposición final de cada tipo de residuo generado en el complejo industrial, esto en función de las características físicas y químicas propias de cada material y del costo económico de las mismas. La selección se hizo teniendo en cuenta tecnologías limpias, que no generen más contaminación de la que se pretende mitigar, analizando los impactos y riesgos ambientales generados por el manejo inadecuado de los residuos y los producidos por el conjunto de técnicas a implementar.

Uno de los parámetros importantes en la selección de las tecnologías a implementar fue la cantidad de cada tipo de residuo (Ver Tabla 4), puesto que hacen factible el diseño de un proceso para la creación de un producto útil tanto para las industrias como las comunidades.

### **4.6.1. Tecnología Seleccionada para Plásticos.**

Para evitar 30417.8 kg/mes de plásticos procedentes de ZFLC llegar a los vertederos, la mejor estrategia a implementar es el reciclaje mecánico. Esta técnica es la más utilizada y difundida en Colombia, porque desde el punto de vista operativo se requiere una inversión moderada, considerando que no afecta de manera significativa el medio ambiente, ya que no se requieren grandes cantidades de agentes químicos en el proceso y generando un producto de alto valor agregado como materia prima para la fabricación de productos de uso final, creando empleo a lo largo de toda la cadena de reciclaje. El reciclaje mecánico consiste básicamente en moler las piezas de plásticos, realizar un proceso de lavado y secado, y finalmente aplicar calor y presión para darles nueva forma. La figura 17, muestra las etapas del proceso de reciclaje mecánico de plásticos.

**Figura 17.** Etapas del reciclaje mecánico de plásticos



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación

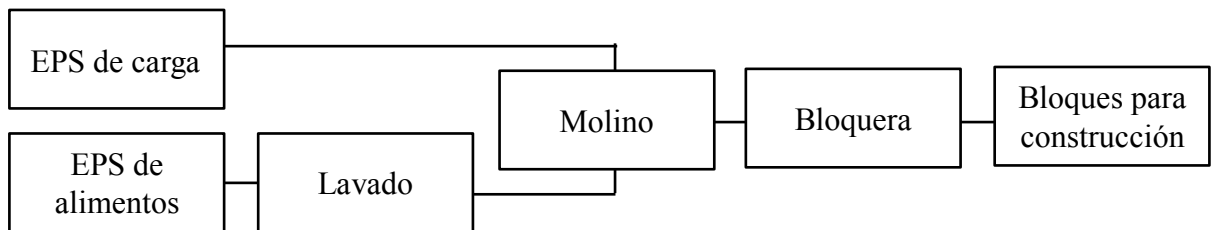
### **Consideraciones del proceso:**

- Uso de termoplásticos ya que pueden ser procesados varias veces en uno o diferentes procesos de transformación, pudiendo moldearse nuevamente. Los más comunes son: Polietileno de baja densidad (LDPE), Polietileno de alta densidad (HDPE), Cloruro de Polivinilo (PVC), Poliestireno (PS), polipropileno (PP), Polietileno tereftalato (PET) y las Poliamidas (PA).
- El plástico reciclado no puede utilizarse en algunas aplicaciones, como por ejemplo piezas estructurales que requieren resistencia y flexibilidad, ya que por la mezcla de diferentes tipos de material se pueden perder ciertas propiedades mecánicas.
- El plástico reciclado no es apto para la fabricación de juguetes o la producción de recipientes o artículos que puedan estar en contacto con alimentos, productos farmacéuticos y hospitalarios.
- Este tipo de reciclaje es primario o pre-consumo, éste implica la recuperación de los residuos generados por la industria y se trata de un reciclado de residuos no contaminados y de fácil identificación. En la práctica casi el 100% de estos residuos se recuperan y la calidad de los artículos obtenidos, tiene las mismas propiedades que los fabricados con resinas vírgenes. [37]

#### 4.6.2. Tecnología Seleccionada para EPS de Carga y de Alimentos.

El Poliestireno expandido (EPS) conocido en Colombia como Icopor no constituye un sustrato nutritivo para los microorganismos, es decir, no se pudre, no se enmohece ni se descompone, además es ligero, resistente a la humedad y tiene capacidad de absorción de impactos; por todas estas características el EPS es muy utilizado, produciendo gran cantidad de residuos. Este material es 100% reciclable, para aprovechar los 792.5 kg/mes que se generan en ZFLC y todas sus propiedades la mejor opción es el reciclaje mecánico, ya que con poca inversión y sin perjudicar el medio ambiente se obtienen nuevas piezas de EPS, que por ser reciclado se pueden utilizar ampliamente en la construcción. El EPS de alimentos debe ser lavado previamente. La figura 18, muestra las etapas del proceso de reciclaje mecánico del Icopor.

**Figura 18.** Etapas reciclaje mecánico de EPS según su aplicación.



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

#### **Consideraciones del proceso:**

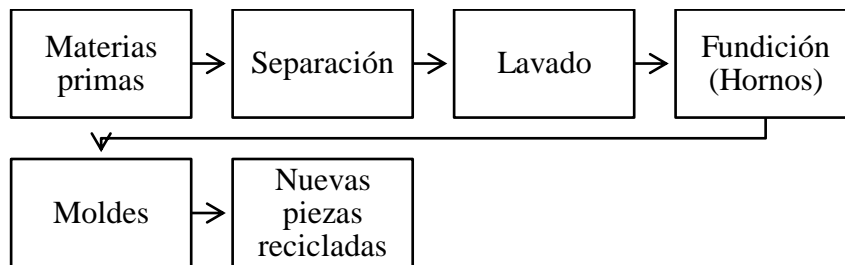
- El producto obtenido del reciclaje de Icopor no puede ser utilizado para contener o estar en contacto con alimentos.
- Para el moldeo de bloques que no estén destinados a la construcción se debe utilizar una proporción del 50% de material virgen y 50% de material reciclado.
- Antes de ser alimentado al proceso, el Icopor debe ser acondicionado. En la producción de bloques, la trituración (molino) se puede hacer de forma manual, disminuyendo gastos energéticos. [38].

### 4.6.3. Tecnología Seleccionada para Metales.

En ZFLC se generan 4757450 kg/mes de residuos metálicos, en su mayoría acero provenientes de la empresa FEPCO S.A.S; éste es el material más reciclado en el mundo y la mejor forma para hacerlo es su fundición en un horno adecuado ahorrando materias primas y energía, sin emplear agentes químicos, solo por acción de las altas temperaturas se pueden obtener diferentes productos dependiendo de los moldes desde varillas para la construcción hasta aparatos domésticos.

Las latas de productos alimenticios son generalmente estañadas, cuando se procesan para poder recuperar el acero, se deben desestañar previamente, esta parte se omite teniendo en cuenta que en ZFLC el acero se genera como residuo de la fabricación de productos. La figura 19, muestra las etapas del proceso de reciclaje del acero a implementar.

**Figura 19.** Etapas reciclaje del acero.



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

#### **Consideraciones del proceso:**

- En el proceso normal de reciclaje de acero se debe incluir una etapa para la eliminación del estaño que tienen las latas de alimentos, se omite por las condiciones del acero encontrado en ZFLC.
- La fundición del acero debe hacerse alrededor de los 1500°C, con la protección adecuada.
- En el horno, el oxígeno se combina con las impurezas y el carbono en el metal fundido. Se introduce directamente mediante presión dentro o sobre la carga a través del oxígeno en el aire. [39]



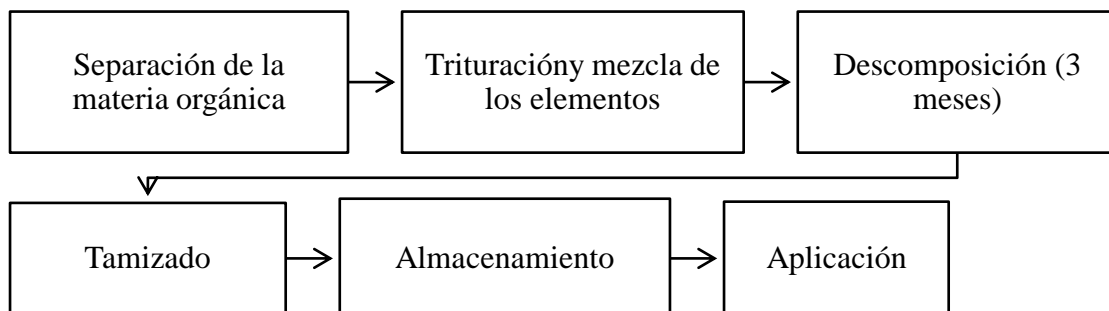
#### 4.6.4. Tecnología Seleccionada para Residuos Alimenticios.

Para el aprovechamiento de los 1818.5 kg/mes de residuos alimenticios que se generan en ZFLC, se debe implementar un sistema de compostaje, descomponiendo la materia orgánica a un material parecido al humus con buenas propiedades para el suelo, mediante microorganismos bajo condiciones controladas, facilitando un incremento de temperatura que elimina patógenos (55-60°C). El producto obtenido tiene un pH entre 6.5 y 8 que favorece el crecimiento de las plantas y ayuda a la retención de agua.

La mejor técnica a implementar es el compostaje aerobio, o en un medio con oxígeno, ya que presenta un incremento espontáneo de la temperatura que beneficia el proceso de descomposición y la eliminación de microorganismos patógenos; además no produce malos olores. Este tipo de compostaje no requiere infraestructura y conocimientos técnicos especializados. Así se tiene un proceso que se puede implementar a diversas escalas, con bajo costo de operación y mantenimiento. La composta obtenida se puede utilizar como material de cobertura en rellenos sanitarios o en la agricultura para mejorar las propiedades del suelo.

Este material se puede preparar con equipos mecanizados o de forma manual, dependiendo del volumen de residuos. En Membrillal es recomendable implementar el compostaje manual, ya que la cantidad de materia orgánica no supera las dos toneladas. En la figura 20, se muestran las etapas del proceso de compostaje aerobio seleccionado.

**Figura 20.** Etapas compostaje aerobio.



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

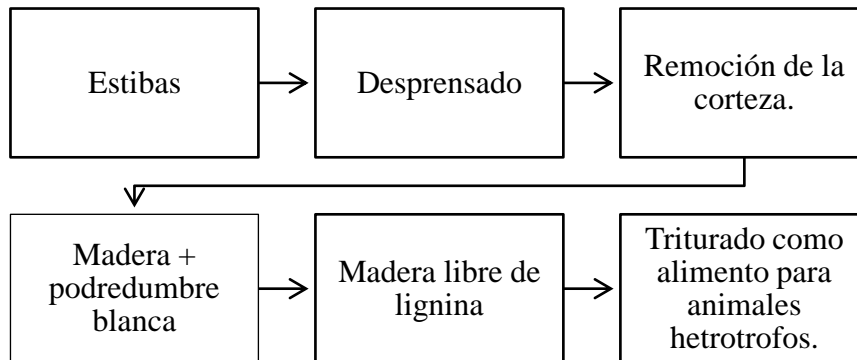
### **Consideraciones del proceso:**

- La materia orgánica debe tener 50% de humedad, este nivel se logra agregando agua hasta que no haya escurrimientos o tenga una apariencia de tierra húmeda.
- La aireación se logra volteando o colocando pequeñas chimeneas en el material; el volteo evita las condiciones anaeróbicas dentro de la pila de composta, oxigenando el material y favoreciendo la actividad microbiana que participa en la degradación. Una vez constituida la pila, la frecuencia de volteo habitual es cada 6 -10 días. Después de cada volteo, la temperatura desciende del orden de 5 o 10 °C, subiendo de nuevo en caso que el proceso no haya terminado.
- El pH de la composta se controla añadiendo pequeñas cantidades de cal o ceniza durante el tratamiento inicial de la materia orgánica.
- La descomposición debe durar entre 3 meses, garantizando las condiciones óptimas de temperatura (55-60°C), pH (6.5-8), humedad (50% agua), oxígeno (aire) y microbios.
- Al Compostador se debe alimentar los residuos alimenticios triturados y en la parte superior una capa de vegetal triturado. [40]

#### **4.6.5. Tecnología Seleccionada para Madera**

ZFLC genera al mes 67,4 Toneladas de madera (principalmente estibas) al mes y se conoce a su vez que una de las principales limitaciones en el desarrollo ganadero de las regiones cercanas como María La Baja Bolívar lo constituye el alimento, razón por la cual se consideró pertinente la transformación de la madera en alimento para animales. Esto se logra mediante la utilización de Hongos lignocelulósicos (en este caso *podredumbre blanca*) que se encargan de degradar la lignina (la oxidan para descomponerla), convirtiendo de este modo la madera en fuente de proteínas y carbohidratos para los animales heterótrofos. La figura 21, presenta las etapas del proceso de reciclaje biotecnológico de la madera.

**Figura 21.** Etapas de la transformación mecánica de la madera.



**Fuente:** elaborada en la presente investigación.

### **Consideraciones del proceso:**

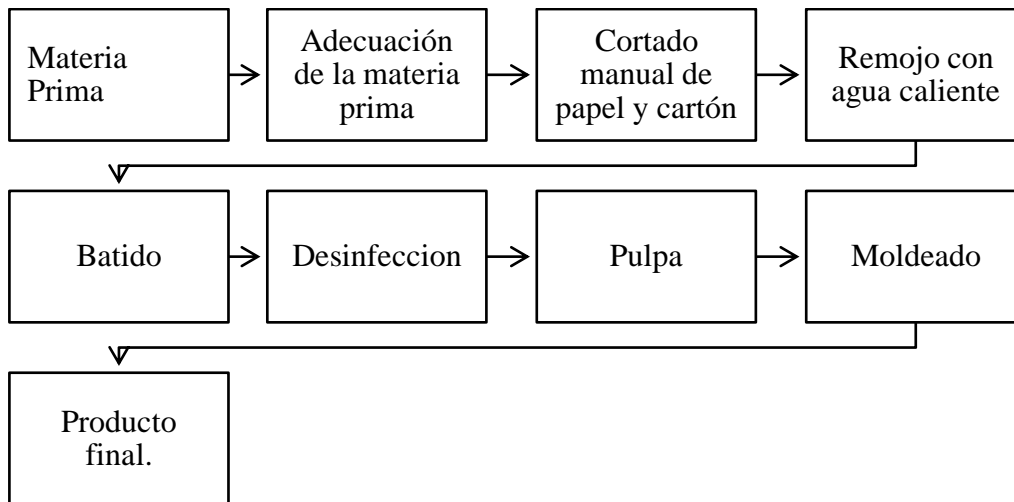
- Garantizar una buena remoción de la corteza de las estibas.
- Los hongos se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza, lo que disminuye los costos en su adquisición y mantenimiento.
- La descomposición debe durar entre 3 meses, garantizando las condiciones óptimas del complejo de hongos.
- El desprendado de las estibas es un proceso manual, con el fin de disminuir gastos en maquinaria y energía, se debe garantizar que las grapas y clavos sean retirados.
- Las estibas tienen un grosor de 5 cm y ancho entre 10-15cm, de acuerdo a las especificaciones para seguridad de mercancías. [41]

### **4.6.6. Tecnología Seleccionada para Papel y Cartón.**

Para la transformación de papel y cartón reciclado (7.3 Ton/mes generado por ZFLC), se realizará la reconversión en pulpa y será destinada para la fabricación de cartón para huevos. Es un proceso que utiliza agua (menor cantidad a la utilizada para la producción de pulpa a partir de madera). Se realiza una limpieza para retirar grapas, plástico u otro tipo de impurezas antes de iniciar la reconversión en pulpa. Las sustancias de relleno, gomas y resinas se eliminan en la fase de lavado por corriente de aire a través de los lodos de la pasta, en ocasiones con la adición de agentes floculantes (como el alumbre). La espuma

contiene sustancias químicas indeseables y se retira. La pulpa, será batida mecánicamente para garantizar un mezclado perfecto, se desinfecta empleando una serie de lavados que pueden incluir o no el uso de reactivos químicos (como, detergentes tensoactivos) para disolver las impurezas restantes. La figura 22, muestra el diagrama con las etapas del proceso de reciclaje mecánico (semi manual) para implementar con el papel y cartón residual.

**Figura 22.** Diagrama de flujo para la transformación mecánica del papel.



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

### **Consideraciones del proceso:**

- El cartón y el papel, serán adecuados manualmente con el fin de disminuir costos de operación y mezclados para un mismo fin por la cantidad que se generan, en este caso la fabricación de cartones para huevo.
- El proceso de desinfección genera agua residual que puede ser tratada y utilizada para otros fines tales como riego (controlado), intercambiadores de calor, lavado y compostaje.

[42]

#### **4.6.7. Tecnología Seleccionada para Empaques Químicos.**

Los 1717.4 kg/mes en empaques químicos desechados en ZFLC deben ser vertidos como desechos tóxicos, ya que no son fácilmente recuperables o reciclables y son considerados residuos peligrosos, es decir, por sus características pueden causar riesgos a la salud humana o al medio ambiente. Por dichas propiedades, este tipo de residuos se les entregará a Tecnologías Ambientales de Colombia S.A E.SP (Tecniamsa), quienes disponen de las instalaciones conforme a los requerimientos sanitarios expedidos por la ley [5][7].

#### **4.6.8. Tecnología Seleccionada para Materiales Impregnados de Aceites (Waipes).**

Los materiales impregnados de aceites conocidos como waipes o trapos industriales, los 3630.24 kg/mes, deben ser vertidos considerándolos como residuos peligrosos en la categoría de absorbentes o materiales de filtración; por lo tanto su disposición final estará en manos de Tecniamsa. Cumpliendo los requerimientos sanitarios expedidos por la ley[5][7].

#### **4.6.9. Tecnología Seleccionada para Otros Materiales Reciclables.**

En ZFLC se producen 200 kg/mes en materiales que pueden ser reciclados como el vidrio, el aluminio, residuos orgánicos, textiles, entre otros. La presencia de estos desechos así como su cantidad y composición es variable mes a mes, lo cual dificulta las labores de reciclaje por la implicación de una separación en la fuente más rigurosa y de la implementación de técnicas que no se pueden justificar desde el punto de vista técnico o económico. Al momento de realizarse las encuestas en ZFLC la producción de otros materiales reciclables fue de 200 kilogramos mensuales, una cantidad muy pequeña de una mezcla de residuos, así que se recomienda su vertido en el relleno sanitario la Loma de Los Cocos [19].

#### **4.6.10. Tecnología Seleccionada para Otros Materiales No Reciclables.**

En las empresas que conforman ZFLC se producen 3040 kg/mes de una serie de residuos que no son reciclables como el papel de fax, catálogos, espejos, servilletas entre otros que

ya sea por sus características o por su uso no pueden ser reincorporados a un proceso de aprovechamiento. Estos residuos deben ser vertidos en el relleno sanitario la Loma de Los Cocos, con las formalidades legales requeridas [19].

## 4.7. FORMULACIÓN DEL PROYECTO

### 4.7.1. Identificación del Proyecto.

**Tabla 18.** Identificación del proyecto

<b>TITULO DEL PROYECTO</b>
Creación de Empresa Comunitaria para la Gestión de Residuos Sólidos en Zona Franca La Candelaria.
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA O NECESIDAD</b>
Organización y constitución de una empresa asociativa de trabajo comunitario, conformada por habitantes de la vereda de Membrillal, para realizar el servicio de recolección, reciclaje y disposición de los residuos sólidos, que desechan las empresas producto de sus labores administrativas y operativas.
<b>OBJETIVO DEL PROYECTO</b>
<b>General:</b> Implementar un proyecto productivo comunitario de gestión de residuos sólidos en ZFLC, que genere beneficios ambientales, redituables para las empresas del parque, aumento la generación de ingresos para la comunidad, que coadyuve al mejoramiento de las condiciones económicas de la población, de modo que pueda ser reivindicado por las empresas como Responsabilidad Social Empresarial.
<b>Específicos:</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyar la generación de empleo y el emprendimiento en la vereda de Membrillal-Pasacaballo.</li> <li>• Aumentar la proyección social hacia la humanidad.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contribuir al desarrollo sostenible mediante la reducción de impactos ambientales.</li> <li>• Mejorar la imagen corporativa de las empresas de ZFLC como socialmente responsables.</li> <li>• Organizar un esquema de apoyo a la comunidad, a través de donaciones para proyectos comunitarios, que puedan ser recuperadas en los estados financieros.</li> <li>• Obtener ahorros por la reducción de tarifas del servicio público de aseo para el complejo industrial.</li> </ul>	
<b>RESPONSABLES</b>	
Responsables administrativos del proyecto.	Carlos Rubio Gómez, John Moncrieff, Sol Ramírez Calle.
Responsable de la Formulación e implementación del proyecto	Rocío Álvarez Franco. Evelyn Jiménez Julio.
<b>DATOS DEL PROYECTO</b>	
Duración	Proyección 5 años
Ubicación	Membrillal-Pasacaballo [Cartagena, Colombia]
<b>ANTECEDENTES</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Constantes desbordamientos del Arroyo Casimiro a causa de la contaminación con residuos sólidos.</li> <li>2. Contaminación de las calles por el vertimiento de residuos sólidos.</li> <li>3. Existen muchos habitantes dedicados a la actividad del reciclaje informal.</li> </ol>	
<b>GRUPO OBJETIVO (BENEFICIARIOS)</b>	
Vereda Membrillal-Pasacaballo, población aledaña a Zona Franca La candelaria, considerada en el Plan de Ordenamiento Territorial como un área rural; con más de 3000 habitantes, que en su gran mayoría viven en condiciones de pobreza por las escasas	

oportunidades que tienen al estar alejados del municipio de Cartagena	
Principales Características Del Grupo Objetivo	Territorio rural con escasos recursos para emprender negocios agrícolas, pobreza arraigada en la mayor parte.
	Área anclada en el corazón de una zona industrial marginada de la vida urbana, poca accesibilidad a los sectores comerciales y turísticos de Cartagena.
	Nivel educativo bajo, alta tasa de desempleo.
	Precarias condiciones físicas del terreno en vías, espacios y viviendas.
	Poca integración de la comunidad en el esquema productivo de la zona industrial, en cuanto a empleo y venta de bienes y servicios.
	Reducida y limitada proyección de la Responsabilidad Social Empresarial de la comunidad industrial hacia la población vecina.
<b>BENEFICIOS</b>	
1. Creación de nuevos empleos, mayores ingresos y poder de compra de la fuerza laboral en las actividades de gestión de residuos sólidos y reciclaje.	
2. Disminución del impacto ambiental generado por la mala disposición de los RSI.	
3. Mejora de la imagen corporativa de las empresas de ZFLC, que participan en el modelo y respaldarlas en procesos de certificaciones.	
<b>EFFECTO AMBIENTAL DEL PROYECTO</b>	
1. Aumento de la vida útil de los rellenos sanitarios por la disminución de desechos enviados al vertedero.	
2. Reducción de la cantidad de residuos sólidos que afectan el medio ambiente y la salud de	



la población vecina.					
<b>3. Conservación de la estética ambiental.</b>					
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>					
Área Operativa					30
Área Administrativa					6
Área Comercial					12
Área de Servicios Auxiliares					10
<b>FUENTES DE FINANCIACIÓN EXTERNAS AL PROYECTO (Bancos)</b>					
<b>FUENTES DE FINANCIACION</b>	<b>VALOR</b>	<b>%</b>	<b>CEAI</b>	<b>CEDI</b>	<b>CCPP</b>
FINDETER	871.371.396	45,0%	24,4%	16,3%	7,3%
FONADE	871.371.396	45,0%	16,4%	11,0%	5,0%
<b>SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO</b>					
El proyecto es sostenible económicamente porque genera los ingresos suficientes, soportando los gastos y costos necesarios para su realización, el punto de equilibrio es de \$909,177,035 que de acuerdo a la proyección de ventas, se alcanza después de un año y ochos meses de ejecución, es decir durante este tiempo empieza a generar utilidades netas.					

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

#### 4.7.2. Marco Lógico del Proyecto

**Tabla 19.** Marco Lógico del proyecto.

<b>NOMBRE DEL PROYECTO:</b> Gestión y manejo de residuos sólidos en ZFLC.			
<b>OBJETIVOS DEL PROYECTO</b>	<b>INDICADORES DE METAS</b>	<b>MEDIOS DE VERIFICACIÓN</b>	<b>FACTORES DE RIESGO</b>
Implementación del proyecto comunitario	Generación de impactos positivos en la comunidad	Evaluación de los beneficios en la comunidad	Rechazo de las autoridades pertinentes
Generación de empleo en la vereda de Membrillal	Disminución del desempleo en la vereda	Certificación de que los trabajadores son de la comunidad	Falta de motivación en la comunidad
Aumentar la proyección social de la comunidad	Transformación positiva de la comunidad	Encuestas de base y de evaluación a otras comunidades	Desinterés de las comunidades vecinas
Contribuir al desarrollo sostenible y reducción de impactos	Mejora visible del medio ambiente	Seguimiento e informes habituales de la mejora continua del espacio ambiental	Mal manejo de los residuos por problemas en la capacitación
Mejorar la imagen corporativa de las empresas	Proyección positiva de la comunidad	Evaluación de la imagen de las empresas en la comunidad	Desinterés de la comunidad
Obtener ahorros en el servicio público (URBASER)	Disminuir los costos del servicio público de recolección.	Seguimiento a los recibos públicos de saneamiento ambiental	Aumento de residuos peligrosos

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

**4.7.3. Operacionalidad del Proyecto.** Describe los aspectos principales de funcionamiento del proyecto.

**4.7.3.1. Acopio:** La empresa de reciclaje dispondrá de un punto de acopio al interior de ZFLC, para recoger la totalidad de los residuos y trasladarlos al área de recepción de materias primas de la planta procesadora.

**4.7.3.2. Transporte:** La empresa de reciclaje contará con los medios de transporte necesarios para extraer el material de ZFLC, acatando los procedimientos debidos a la salida de los residuos.

**4.7.3.3. Tratamiento, reutilización y disposición:** Teniendo en cuenta las características y propiedades fisicoquímicas de cada tipo de residuo generado en las empresas de ZFLC, se plantearon y seleccionaron las tecnologías adecuadas en cada caso. La Tabla 20, muestra los tratamientos escogidos.

**Tabla 20.** Tratamientos de los residuos.

<b>RESIDUOS</b>	<b>CANTIDAD kg/mes</b>	<b>TRATAMIENTO</b>
Plástico	30417.8	Reciclaje mecánico
Icopor de carga	101	Reciclaje mecánico
Icopor alimentos	691.5	Reciclaje mecánico
Metales	4757450	Fundición
Madera	67400	Reciclaje biotecnológico
Papeles	1766	Reciclaje mecánico
Cartón	5492.5	Reciclaje mecánico
Residuos Alimenticios	1818.5	Compostaje
Empaques Químicos	1717.4	Vertido (desecho tóxico)
Material impregnado	3630.24	Vertido (desecho tóxico)
Otros reciclables	200	Vertido
Otros no reciclables	3040	Vertido

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

#### **4.7.3.4. Comercio y distribución.**

Con el estudio de mercado realizado a lo largo de la formulación del proyecto, se conoció el amplio campo para aspirar a la comercialización en el momento de poner en marcha las estrategias de venta formuladas por el área comercial. Con base en ello se estipuló que las ventas tendrán un incremento del 3% anual proyectado a cinco años de funcionamiento del proyecto, teniendo en cuenta las necesidades de demanda del nicho de mercado seleccionado.

#### **4.7.3.5. Disposición del capital de inversión y las ganancias.**

El capital de inversión inicial será destinado para la puesta en marcha del proyecto, representado en maquinarias, terrenos, gastos y costos fijos que se requieren. Una vez recuperada esta inversión inicial -de acuerdo a la proyección del punto de equilibrio está en el primer año de operaciones- las ganancias serán destinadas en primera instancia a cubrir la deuda con los socios representada en un 10% de la inversión inicial y el resto a la mejora de infraestructura física e implementación de proyectos comunitarios que ayuden a mitigar el impacto ambiental causado por ZFLC y hacer mejoras socioculturales en la zona de Membrillal-Pasacaballos.

### **4.8. VIABILIDAD TÉCNICA, ECONÓMICA Y AMBIENTAL**

#### **4.8.1. Viabilidad Técnica**

La viabilidad técnica se analizó para determinar la posibilidad de llevar a cabo el proyecto satisfactoriamente y en condiciones de seguridad con la tecnología disponible, para ello se tuvieron en cuenta aspectos como: durabilidad, operatividad, implicaciones energéticas; además se verificaron factores de diseño como: utilidad, mantenimiento, reparación, dimensiones, peso y seguridad. La selección de tecnologías (ver Tabla 2), para el tratamiento de residuos sólidos industriales se basó en el tipo de desecho, cantidad generada y propiedades físicas de los mismos, garantizando que el proyecto reuniera las características, condiciones técnicas y operativas que aseguraren el cumplimiento de las metas y objetivos planteados teniendo en cuenta la bibliografía.

#### 4.8.1.1. Especificaciones de los productos

La tabla 21, muestra los productos y especificaciones de acuerdo al material de reciclado, estos fueron seleccionados teniendo en cuenta la práctica utilización en la sociedad.

**Tabla 21.** Lista de residuos y las especificaciones de los productos obtenidos.

<b>Residuos</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Producto</b>	<b>Especificaciones</b>
Plástico	Reciclaje mecánico	Pellets	Bolsas 25 kg
EPS de carga	Reciclaje mecánico	Bloques	2m*1.2m*0,6m
EPS de alimentos	Reciclaje mecánico	Bloques	2m*1.2m*0,6m
Metales	Fundición	Clavos	Cajas de 35 unidades
Madera	Reciclaje mecánico	Alimentos	Bolsa de 30 kg
Papeles	Reciclaje mecánico	Cartón de huevos	Capacidad 30 huevos
Cartón	Reciclaje mecánico	Cartón de huevos	Capacidad 30 huevos
Residuos Alimenticios	Compostaje	Compost	Bolsa 5 kg

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

#### 4.8.1.2. Tamaño

De acuerdo con, las características de los equipos seleccionados para el funcionamiento del proyecto y a los resultados obtenidos en el estudio de mercado, se estableció la necesidad de construir una planta procesadora de residuos sólidos que permita aprovechar 1216284 kilogramos semanales. Teniendo en cuenta las dimensiones de la maquinaria necesaria, la distancia mínima requerida entre los 16 equipos industriales y las áreas para la recepción de la materia prima y el almacenamiento de los productos, se concluyó que la planta recicladora debe tener un área aproximada de 550 m<sup>2</sup> si solo se tiene en cuenta el tamaño de los equipos y el espacio que deben tener entre por seguridad, sin embargo se consideró utilizar un área de 3300 m<sup>2</sup>, inicialmente la empresa se diseñó en un área de 1004m<sup>2</sup> en la

que se distribuirán, las máquinas de transformación y moldeo de residuos, el área administrativa y comercial, entre otros, el resto de terreno queda para futuras ampliaciones.

#### **4.8.1.3. Macro localización.**

La planta de transformación de residuos sólidos industriales estará ubicada en la vereda de Membrillal jurisdicción de Pasacaballos, tentativamente en un lote de 3300 m<sup>2</sup>. La localización del proyecto es cercana a los principales centros consumidores y a la fuente de materias primas (ZFLC) lo cual disminuye costos. Además el lote cuenta con vías de acceso suficientes para la distribución de los productos, y servicios básicos de electricidad, agua y gas, tiene una casa de vigilancia y el sistema de transporte público Pasacaballos-Membrillal.

#### **4.8.1.4. Distribución (Layout) de la planta procesadora**

La planta de reciclaje está diseñada para un área de 1004m<sup>2</sup> que constará con lo siguiente: recepción de las materias primas, zona de plásticos, zona de metales, zona de madera, zona de cartón y papel, zona de compostaje, zona de icopor (EPS), almacenamiento de productos, oficina de despacho, administración y contabilidad, gerencia, sala de ventas, estacionamiento, control y servicios varios. (Ver Anexo A, Figura A1).

#### **4.8.1.5. Actividades, equipos y maquinaria.**

Para la puesta en marcha de las siguientes actividades, es necesaria la utilización de equipos y maquinaria, para ello se requiere un personal capacitado. La tabla 22, muestra la relación entre las actividades, el personal requerido y el equipo o maquinaria a utilizar. (Ver Anexo B)

**Tabla 22.** Actividades de la planta procesadora.

<b>Actividades</b>	<b>Personal</b>	<b>Equipo y maquinaria</b>
Recepción de Residuos	6	Silos
Reciclaje de plásticos	5	Trituradora lavadora, extrusora, pelletizadora
Reciclaje de metales	2	Horno, molde para clavos
Reciclaje de madera	4	Trituradora
Reciclaje de cartón y papel	3	Batidora, molde para cartón de huevos
Obtención de compostaje	6	Compostador, trituradora, tamiz
Reciclaje de Icopor (EPS)	3	Bloquera
Control de calidad	1	Instrumentos de medición
Almacenamiento (Bodegas)	3	Silos
Recepción y Despacho	4	Camiones
Administración y contabilidad	6	Equipos de oficina
Ventas	6	Equipos de oficina
Estacionamiento	2	Equipos de vigilancia
Servicios varios	2	Instrumentos de limpieza
Seguridad	4	Equipos de vigilancia

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación

#### **4.8.1.6. Personal requerido**

Para la puesta en marcha del proyecto se requieren 61 empleados distribuidos en 16 áreas destinadas a la producción, almacenamiento, administración y servicios auxiliares. (Ver Organigrama Anexo D, Figura D1)

#### **4.8.2. Viabilidad Económica y Financiera**

Se obtuvo el capital necesario para la completa ejecución del proyecto, mediante el plan de inversión inicial y las evaluaciones de necesidades futuras, donde se incluyeron las estimaciones sobre la vida útil de las inversiones y las decisiones sobre las amortizaciones, el cual fue \$1,936, 380,080 (mil novecientos treinta y seis millones trescientos ochenta mil ochenta pesos colombianos), para más detalles ver anexo E.

Las fuentes económicas para obtener dicho capital son: 45% por el Fondo Financiero de Proyectos de Desarrollo (FONADE), 45% a través de la Financiera Del Desarrollo Territorial S.A (FINDETER) y el 10% restante de los socios (ZFLC y Cedetec). Las dos primeras entidades (FONADE y FINDETER) se dedican a la realización de préstamos para proyectos que aporten al desarrollo del sector ambiental en áreas relacionadas con la producción limpia, mercados verdes, prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales.

##### **4.8.2.1. Estudio de Mercado**

El estudio de mercado permitió identificar, recopilar y analizar la información necesaria para la adecuada toma de decisiones a la hora de implementar el proyecto formulado. Se siguieron una serie de pasos, con el fin de determinar los clientes potenciales, la tendencia de la demanda y la oferta, la competencia actual y potencial, estrategias comerciales y la viabilidad del mercado objetivo. El análisis del mercado cuenta de cuatro partes:

###### **4.8.2.1.1. Análisis de la demanda:**

Se estudia la creación de una empresa comunitaria para la gestión y manejo de residuos sólidos industriales generados en ZFLC, la cual contaría con la maquinaria y el personal necesario para llevar a cabo transformaciones físicas, químicas y biológicas a los materiales desechados con el fin de darles un valor comercial. La zona de influencia directa es la vereda Membrillal-Pasacaballo, por ser la ubicación de la planta y el área beneficiada con la generación de empleos. Es una población rural de más de 3.000 habitantes que en su gran mayoría viven en condiciones de pobreza por las escasas oportunidades que tienen al estar alejados del municipio.

De manera indirecta la planta influye en las pequeñas y medianas empresas de Cartagena y en ZFLC por generar beneficios económicos y ambientales. Las características



socioculturales de la población varían de un lugar a otro, pero el desarrollo de la industria de la construcción permite un crecimiento notorio en la demanda de productos como, bloques de Icopor, cemento, aditivos y tuberías. Por su parte, la generación de microempresas muestra una mayor demanda en la industria plástica y en la agropecuaria. Las variables económicas que intervienen en el análisis de la demanda, están relacionadas con la inflación y la tasa de interés; se analizó que la estabilidad de ambas en el país permite aumentar los márgenes de exactitud del estudio, y enfatizar la producción de insumos para la industria de la construcción y la agropecuaria. El mercado objetivo de la empresa está conformado por las más de 150 ferreterías con las que cuenta la ciudad de Cartagena, las empresas manufactureras que conforman ZFLC y las que conforman el sector agropecuario de la región [44].

#### **4.8.2.1.2. Análisis de la oferta:**

Las ferreterías del país se han visto a través de los años obligadas a importar desde grandes herramientas hasta materiales de uso frecuente como clavos y brocas [45]. La empresa comunitaria busca satisfacer parte de esta demanda con el fin de aminorar costos del sector ferretero, ofreciendo productos colombianos de alta calidad a precios más bajos que los competidores. De acuerdo con el estudio de la demanda y la oferta, tomando como referente los precios de venta de almacenes de cadena (ÉXITO S.A, CARREFOUR, MAXIPORES E.U., POLIBAN S.A) se estipularon los productos que tienen mayor viabilidad de ventas, y utilizando el método de fijación de precios por tasa vigente se hicieron las especificaciones para ellos y de acuerdo a la cantidad de residuos se estimaron las cantidades mensuales de cada tipo de producto. Esto debido a la utilidad que tienen los mismos en sector industrial como en la sociedad, se llegó a la conclusión que los más aceptados son los relacionados en la Tabla 23; especificando que para el caso del compost y el alimento para heterótrofos la primera producción se obtiene a partir del tercer mes de proceso solo para el primer año, luego de esto se tendrá la producción esperada para los doce meses del año.

**Tabla 23.** Especificaciones de los Productos y Cantidades a Producir Mensual.

<b>Producto</b>	<b>Especificaciones</b>	<b>Productos/Mes</b>	<b>Precio/Unidad</b>
Pellets	En bolsas por 25 kg.	1217	3,070
Bloques Para Construcción	Con medidas de 2m*1.2m*6m.	55	150,070
Clavos	Caja de clavos de 1pulg. Por 35 unidades.	5286	1,800
Compost	Bolsas por 3kg	6237	5,000
Carton De Huevo	Cartón para huevos con capacidad para 30 huevos.	145	150
Alimento Para Heterótrofos	Alimento en bolsa para animales heterótrofos con peso de 30kg.	2247	15,000

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

Se calculó cuánto se venderá y el ingreso que generan la venta de cada tipo de producto, bajo el supuesto que en el primer año serán del 70%, para el segundo del 80% y a partir del tercero de 90%, esto fue posible mediante un plan de ventas anual proyectado para un periodo total de 5 años, esto tomando como premisa que como ya existe un mercado objetivo para estos productos como son el sector agrícola, el de construcción y alimentos, nuestros productos entrarían a competir con los ya existentes con la ventaja del ofrecimiento de un precio más accesible debido a la manera como se construyen nuestros productos, es decir el proceso de reciclaje y transformación por el que se pasa para construirlos con materia prima netamente reciclada. (Ver Tabla 24.)

**Tabla 24.** Estimación de ingresos por ventas anuales de cada tipo de producto.

<b>Productos</b>	<b>Año 1 (\$)</b>	<b>Año 2 (\$)</b>	<b>Año 3 (\$)</b>	<b>Año 4 (\$)</b>	<b>Año 5 (\$)</b>
Pellets	31,376,569	36,934,704	42,798,088	44,082,031	9,547,027
Bloques para construcción	69,376,110	81,665,593	94,630,006	97,468,906	22,812,830,483
Clavos	79,925,160	94,083,331	109,019,060	112,289,632	3,281,984
Compost	263,459,000	310,128,880	359,361,840	370,142,695	25,323,948
Cartones de huevo	182,914	215,316	249,498	256,983	22,792
Alimento para heterótrofos	283,080,000	333,22,600	386,125,164	397,708,919	227,915,534
<b>Ingresos totales</b>	<b>727,399,754</b>	<b>856,253,424</b>	<b>992,183,655</b>	<b>1,021,949,165</b>	<b>23,078,921,767</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

Se consultó en la página web del Banco De La Republica De Colombia [46] y se tomaron los índices proyectados de precios al consumidor, estos son: 3.9 para el primer año, 3.8 en el segundo año, 3.5 desde el tercer año hasta el quinto año.

Se establecieron los costos necesarios para la inversión inicial en la puesta en marcha del proyecto (Ver Tabla 25), el cual dio un total de \$1,936, 380,080 (mil novecientos treinta y seis millones trescientos ochenta mil ochenta pesos colombianos).

**Tabla 25.** Costos fijos para la inversión inicial del proyecto ZFLC.

<b>Tipo</b>	<b>Costo (\$)</b>
Inversión en capital de trabajo	50,000,000
Infraestructura física	755,000,000
Maquinaria y equipo requerido	248,417,219
Equipo de comunicación y computación requerido	7,800,000
Muebles y enseres requeridos	7,550,000
Flota y equipos de transporte requerido	774,000,000
Inversiones diferidas (pre operativos)	93,613,662
<b>Total inversión</b>	<b>1,936,380,880</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

Se calcularon los costos totales del proyecto (Ver Anexo E, Tablas desde la E4 hasta la E6), teniendo en cuenta los costos fijos y variables en que se inciden para la construcción de los productos para comercializar. (Ver Tabla 26).

**Tabla 26.** Proyección de gastos fijos proyecto ZFLC.

<b>Años</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Costos Fijos (\$)</b>	165,603,662	170,571,771	175,688,925	180,959,592	186,388,380

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación

Se calculó la utilidad bruta para el primer año de operación y se proyectó a cinco años. (Ver Tabla 27.)

**Tabla 27.** Utilidad bruta para el proyecto de ZFLC.

<b>Tipo</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Ingresos					
operacionales (\$)	727,399,754	856,253,424	992,183,655	1,021,949,165	23,078,921,767
Costo de ventas (\$)	165,603,662	170,571,771	175,688,925	180,959,592	186,388,380
<b>Utilidad bruta (\$)</b>	<b>561,796,092</b>	<b>685,681,653</b>	<b>816,494,731</b>	<b>840,989,573</b>	<b>22,892,533,387</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

Se calculó la utilidad operacional anual a partir de la utilidad bruta para el primer año y se proyectó a cinco años, con una depreciación de \$181,201,722 (ciento ochenta y un millones doscientos un mil setecientos veinte y dos pesos) y una amortización diferida de \$18,722,732 (dieciocho millones setecientos veinte y dos mil setecientos treinta y dos pesos). (Ver Tabla 28)

**Tabla 28** Utilidad operacional anual y proyección a cinco años (Ver Tabla E8)

<b>Tipo</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>Utilidad bruta (\$)</b>	<b>561,796,092</b>	<b>685,681,653</b>	<b>816,494,731</b>	<b>840,989,573</b>	<b>22,892,533,387</b>
<b>Gastos</b>					
Gastos operacionales	13,260,000	13,763,880	14,245,616	14,744,212	15,260,260
Depreciación (\$)	181,201,722	181,201,722	181,201,722	181,201,722	181,201,722
Amortización diferidos (\$)	18,722,732	18,722,732	18,722,732	18,722,732	18,722,732
Total gastos operacionales (\$)	213,184,454	213,688,334	214,170,070	214,668,667	215,184,714
<b>Utilidad operacional (\$)</b>	<b>348,611,638</b>	<b>471,993,319</b>	<b>602,324,661</b>	<b>626,320,906</b>	<b>22,677,348,673</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

A partir de la utilidad operacional se calculó la utilidad neta, teniendo en cuenta los intereses financieros, la utilidad antes de impuestos, la provisión de los impuestos de renta y el impuesto sobre la renta para la equidad (CREE) para el primer año de operación y se proyectó a cinco años. (Ver tabla 29).

**Tabla 29.** Utilidad neta anual para cinco años del proyecto de ZFLC.

<b>Años</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Intereses					
Financieros (\$)	355,380,938	292,291,542	225,812,672	155,387,626	80,368,265
Utilidad Antes De					
Impuestos (\$)	6,769,300	179,701,776	376,511,989	470,933,281	22,596,980,408
Provisión					
Impuesto de Renta [25%] (\$)	1,692,325	44,925,444	94,127,997	117,733,320	5,649,245,102
CREE [0,30%] (\$)	2,182,199	2,568,760	2,976,551	3,065,847	69,236,765
<b>Utilidad Neta</b>	<b>7,259,174</b>	<b>132,207,572</b>	<b>279,407,441</b>	<b>350,134,113</b>	<b>16,878,498,541</b>

**Fuente:** elaborada en la presente investigación.

Se calculó el punto de equilibrio teniendo en cuenta, los cinco años proyectados para la gestión de residuos, con el fin de establecer a partir de qué momento, se comenzará a obtener beneficios. El punto de equilibrio fue **\$909, 177,035** (novecientos nueve millones

ciento setenta y siete mil treinta y cinco pesos) con ese nivel de ventas, igualará sus ingresos a la suma de sus costos y gastos. (Ver Anexo E, tabla E7). En base a todo esto se calculó la TIR, el resultado es 67,83%, lo cual significa que el proyecto es rentable. (Ver Anexo E, Tabla E8)

#### 4.8.3. Viabilidad ambiental

La Tabla 30, representa la matriz en la que se plasmaron los impactos ambientales que se evidenciaron en Membrillal, por causa directa o indirecta de los residuos sólidos generados en ZFLC; analizando su duración en cada una de las variables de incidencia y la magnitud de sus efectos, además del alcance tanto en el medio físico natural como en los medios perceptuales.

**Tabla 30.** Efecto de los residuos sólidos de ZFLC en Membrillal-Pasacaballo.

VARIABLES DE INCIDENCIA	Efecto			Temporalidad			Espaciales			Magnitud			
	POSITIVO	NEGATIVO	NEUTRO	PERMANENTE	CORTA	MEDIA	LARGA	LOCAL	REGIONAL	NACIONAL	LEVE	MODERADO	FUERTE
<b>MEDIO FÍSICO NATURAL</b>													
1. Contaminación del agua		X		X					X				X
2. Contaminación del suelo		X					X	X				X	
3. Contaminación del aire		X				X		X			X		
4. Disminución de la flora		X		X				X				X	
5. Disminución de la fauna		X		X				X				X	
<b>MEDIOS PERCEPTUALES</b>													
1. Calidad del paisaje		X		X				X				X	
2. Olores desagradables		X				X		X				X	

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

#### **4.8.3.1. Medio físico natural**

- **Cuerpos de agua:** A la entrada de Membrillal hay un tramo llamado La Ceiba, éste es uno de los más bajos de la vereda, por donde cruza el Arroyo Casimiro, naciente en el sector conocido como Las Canteras y que vierte sus aguas al Canal del Dique, en inmediaciones de Pasacaballos. La Ceiba es entonces una de las partes más afectadas por las inundaciones en época de lluvia, y estas se agravan por la cantidad de residuos sólidos provenientes de ZFLC que llegan al arroyo (que cruza por ZFLC) y provocan desbordamientos.
- **Suelo:** La vereda de Membrillal jurisdicción de Pasacaballos es considerada área rural con una porción de terrenos despejados y urbanizados debido a la industrialización de algunas zonas. La carretera principal de Membrillal fue pavimentada hace algunos años por la empresa Cementos Argos S.A, sin embargo se encuentra en condiciones de deterioro debido al tráfico constante de camiones pesados (volquetas) que han generado huecos en la vía de acceso. Además la acumulación de residuos sólidos en el suelo, evita su adecuada aireación, altera los ciclos biogeoquímicos, contamina los mantos freáticos e interrumpe los procesos biológicos; esto se evidencia en suelos infértiles, desvalorizados y desérticos.
- **Aire:** El tránsito de volquetas produce una cantidad de polvo exagerada que sumada al material particulado proveniente de ZFLC genera enfermedades respiratorias en los miembros de la comunidad. Además, los residuos sólidos en su proceso de descomposición generan malos olores y gases como metano ( $\text{CH}_4$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), incrementando el efecto invernadero en la zona afectada. Los desechos sólidos abandonados en ZFLC a cielo abierto deterioran la calidad del aire que respiran los pobladores de Membrillal, a causa del polvo que levanta el viento en los periodos secos, ya que puede transportar a otros lugares microorganismos nocivos que producen infecciones respiratorias e irritaciones nasales y de los ojos, además de las molestias que dan los olores pestilentes.
- **Flora y fauna:** Estos dos aspectos se ven perjudicados por la urbanización de los sectores industrializados de Membrillal, que afectan y destruyen su entorno natural. Además cualquier alteración en el medio perturba el equilibrio ecológico. Así, la mala disposición de los residuos sólidos en ZFLC imposibilita el crecimiento de las especies vegetales y

animales, por la alteración de en sus procesos vitales; esto teniendo en cuenta que los elementos depositados en el suelo se trasladan a las plantas, animales y luego a las personas.

#### **4.8.3.2. Medios perceptivos**

- Paisaje: La acumulación de materias primas, productos y desechos, alteran la estética de las zonas afectadas, generando una sobre estimulación visual agresiva e invasiva tanto en ZFLC como en las calles de Membrillal. En los pobladores, la disminución de la calidad del paisaje produce estrés, dolor de cabeza y distracciones peligrosas (especialmente en la conducción de vehículos).
- Olores desagradables: Estas emanaciones se dan como resultado de la disposición inadecuada de residuos, ya que están mezclados, destapados y en contacto con el suelo. Aunque no suelen ser tóxicos, son agentes contaminantes, que provocan malestar, molestias respiratorias, alteraciones psicológicas, entre otros; afectando al bienestar y la calidad de vida de los miembros de la comunidad.

#### **4.8.3.3. Implicaciones ambientales del proyecto**

Las implicaciones ambientales de este proyecto son positivas, en la medida que se está haciendo una adecuada disposición de los residuos, prolongando su vida útil y la del relleno sanitario de Cartagena de Indias (Parque Ambiental la Loma de los Cocos), donde sin distinción alguna van materiales que pueden ser reutilizados. La gestión adecuada de los residuos sólidos generados por ZFLC permitirá mitigar sus efectos, los medios perceptuales serán mejorados, no habrá acumulación de residuos que causen problemas estéticos o malos olores, mejorando las características físicas del área afectada, lo que implica una estimulación visual positiva para los transeúntes.

Los medios físicos naturales (agua, suelo, aire, flora y fauna), se verán beneficiados en la medida que se haga una mejor disposición de los residuos sólidos lo implica que: su acumulación ya no será un problema evitando de este modo los desbordamientos del Arroyo Casimiro; los suelos podrán airearse de forma natural para no romper ciclos biológicos y no se afectará la fertilidad del suelo, aumentando la valorización y



disminuyendo las áreas desérticas; el aire será más puro, no habrá descomposición incontrolada, disminuyendo la emisión de metano, dióxido de carbono, entre otros gases perjudiciales para el ambiente; la flora y la fauna tendrán un mejor proceso en su ciclo vital ya que no intervendrán negativamente en el crecimiento de la especies y no se alterará el equilibrio ecológico.

## 5. CONCLUSIONES

El proyecto se formuló después de realizar un diagnóstico de los residuos sólidos de ZFLC a 12 empresas, que fueron encuestadas mostrando su situación ambiental actual, donde los desechos mas significativos fueron: metales (97%), maderas (1,4%), icopor (EPS) (1%), cartón (1%), plástico (0.6%), y residuos alimenticios(0.385%), entre otros; se analizaron de acuerdo al tipo y cantidad de material generado y mediante un estudio de mercado se asignaron los precios de los nuevos bienes a generar, siendo mas bajos que la competencia, además se asignaron los tratamientos adecuados de acuerdo a la bibliografía consultada. Por tratarse de un proyecto comunitario los empleados serán miembros de la zona afectada, la gestión de los residuos contribuirá al emprendimiento y generación de empleos en la vereda de Membrillal.

Esta investigación demostró que la formulación de un proyecto comunitario para la recolección, clasificación, tratamiento y reutilización de material solido desechado para la generación de nuevos productos, es viable al dar una tasa de retorno superior al 60% y representa una alternativa factible para disminuir la cantidad de residuos provenientes de ZFLC, que va a los vertederos de la ciudad de Cartagena, minimizando el impacto ambiental y favoreciendo a la comunidad directamente afectada porque son tomados en cuenta en la planeación del proyecto. Permite a su vez prolongar la vida útil de los residuos y del relleno sanitario dispuesto para ellos, genera grandes utilidades haciendo que se recupere la inversión desde el primer año de ejecución.

La implementación de este proyecto para los residuos solidos es una oportunidad importante económica y ambientalmente, porque mitiga los impactos negativos en el entorno como lo son: los malos olores, y la contaminación visual que se genera en el lugar; originados por las actividades industriales desarrolladas en ZFLC, la gestión puede proyectarse y adecuarse para el tratamiento de la totalidad de los residuos aprovechables generados por la ciudad permitiendo que Cartagena de Indias D.T. y C. esté en vanguardia frente al tema de disposición y manejo adecuado de residuos.

La propuesta esta formulada a partir de las empresas de ZFLC a las cuales se les aplico la encuesta, cuenta con una estructura solida que integra la parte administrativa con la operativa, puesto que las tecnologías estipuladas para cada tipo de residuo tuvo en cuenta la cantidad generada y la utilidad en el mercado de cada tipo de producto, en la medida que el diagnostico de los residuos se traducen en ingresos significativos mediante la competitividad comercial ofrecida por el bajo costo de los bienes ofertados y a su vez la posibilidad de ampliar el proyecto en busca de nuevas alternativas y mercados.

## 6. RECOMENDACIONES

- Realizar una nueva recolección de información, es decir aplicar las encuestas nuevamente de tal modo donde ZFLC garantice el acceso así como la disponibilidad a los datos de la cantidad de residuos sólidos de las cincuenta y cuatro empresas que ubicadas en ella, pues es un proyecto que involucra y favorece a todo el complejo industrial; pues en esta oportunidad solo se tuvo acceso a doce por motivos ajenos a la investigación.
- Una vez implementado el proyecto comunitario es importante realizar un plan de seguimiento y evaluación, porque permitirá evaluar la calidad e impacto del proyecto en relación con el plan de acción estratégico. Dicho seguimiento debe ser un el análisis y recopilación sistemática de información a medida que avanzó el proyecto, buscando mejorar la eficacia y efectividad; y posteriormente hacer la evaluación para hacer una comparación de los impactos reales del proyecto con los planes estratégicos acordados, haciendo énfasis en las actividades que se establecieron, determinando así lo que se consiguió y si se lograron los objetivos propuestos.
- Recopilar información sobre la influencia generada por la gestión de los residuos sólidos en la situación del problema que se afrontó, lo que mostrara la utilidad de la estrategia planteada, esto será útil cuando el proyecto quiera ser ampliado o reproducido en otro ámbito, ya que planteará la relación entre lo que se hizo y el impacto que se quiso lograr.
- Hacer una identificación de los problemas o inconvenientes en la ejecución del proyecto, es decir hacer un estudio para determinar el grado de aceptación del mismo y si es pertinente realizar los ajustes de tal manera que se aumenten las probabilidades de generar un cambio positivo en la implementación del plan de trabajo.

## REFERENCIAS

- [1] Presidencia de la República de Colombia [sede Web]. ABC Del nuevo régimen de Zonas Francas 2012. Colombia: web.presidencia.gov.co [acceso 19 de julio de 2012]. Disponible en: [https://web.presidencia.gov.co/especial/zona\\_franca/index.html](https://web.presidencia.gov.co/especial/zona_franca/index.html)
- [2] Castrillón O, Puerta S. Impacto del manejo integral de los residuos sólidos en la Corporación Universitaria Lasallista (2004). Revista Lasallista de Investigación; 1(1):15-21.
- [3] Instituto Nacional de Ecología. Elementos para el manejo local adecuado de los residuos sólidos (2001). Revista Gaceta Ecológica; 58:38-47.
- [4] SNV, HONDUPALMA, AECID. Manejo de residuos sólidos: una guía para socios y personal de HONDUPALMA (2011). Bella Sosa, SNV. (Hond.); 300:8-36.
- [5] Presidente de la República de Colombia. Decreto 1713 de 2002. Diario oficial 44893 del 7 de agosto de 2002.
- [6] Meng-Shiun W, Kuo-Hei H. Recycling And Reuse Of Industrial Wastes In Taiwán (2001) Waste Management 21:93-97.
- [7] Ministerio Del Medio Ambiente. Política Nacional De Producción Más Limpia (1997) (Propuesta presentada al Consejo Nacional Ambiental). Santa Fe De Bogotá, D.C.
- [8] Zona Franca La Candelaria [sede Web]. Colombia: zonafrancalacandelaria.com 2012. [Acceso 10 de julio de 2012]. Disponible en: <https://zonafrancalacandelaria.com.co>
- [9] Hermes Figueroa A., periódico El Universal, Cartagena de Indias, publicado el 27 de octubre de 2011.
- [10] CEDETEC-Equipo técnico. Encuestas realizadas en las empresas pertenecientes a la Zona Franca de La Candelaria 2012.

- [11] Renbi B, Mardina S, The practice and challenges of solid waste management in Singapore (2002). *Waste Management* 22:557–567.
- [12] Kisnerman N. *Teoría y práctica del trabajo social en comunidad* (1990). Tomo 5. Editorial HVMANITAS, Buenos Aires. pág. 33
- [13] Real Academia de la Lengua Española [sede Web]. España: rae.es 2012. [Acceso 26 de agosto de 2012]. Disponible en: <https://rae.es>
- [14] Vega L. *Gestión medioambiental sostenible a nivel estatal: un enfoque sistémico para la protección global e integral del medio ambiente* (2004). Portal de revistas Universidad Nacional de Colombia.
- [15] Vega L. *Desarrollo Sostenible y Sostenibilidad Ambiental del Desarrollo* (2005). *Gestión ambiental sistémica*. Portal de revistas Universidad Nacional de Colombia.
- [16] Ramírez V. *Apuntes de Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión* (2007). Departamento de Investigación de Operaciones, Universidad de los Andes. [acceso 16 de septiembre de 2013]. Disponible: <http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/FACULTAD%20DE%20CIENCIAS%20ADMINISTRATIVAS%20Y%20ECONOMICAS/CARRERA%20DE%20CONTABILIDAD%20Y%20AUDITORIA/08/evaluacion%20de%20proyectos/EvaProyectos.pdf>
- [17] Congreso de la República de Colombia. Ley 1466/2011.
- [18] Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 1684/ 2008.
- [19] Presidente de la Republica de Colombia. Decreto Nacional 838/2005.
- [20] Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES). Resolución 2750 de 1994.
- [21] Skinner J. *International Progress in Solid Waste Management* (1994). *Environmental Aspects of Construction with Waste Materials*. Editorial: Elsevier Science B.V.

- [22] Raupp-Pereira F, Hotza D, Segadães A, Labrincha J. Ceramic Formulations Prepared With Industrial Wastes and Natural Sub-Products (2006). *Ceramics International*. 32:173–179.
- [23] Cardona M. Basuras, Constante Problema sin Resolver. *El Universal*. Publicado el 20 de Enero de 2012.
- [24] Molina J. Mal Manejo Del Relleno Henequén Le Cuesta Demanda a Cartagena. *El Universal*. Publicado el 13 Mayo de 2011.
- [25] Arboleda N. Programa de manejo integral de residuos sólidos en el parque nacional natural Gorgona, Cauca, Colombia [tesis] (2009). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- [26] Ocampo O. Formulación de un programa de manejo integral de residuos en el Centro Comercial Cosmocentro, Cali-Valle Del Cauca [tesis] (2009). Cali: Universidad Autónoma de Occidente.
- [27] Unidad Administrativa Especial De Servicios Públicos. Programa para la Gestión de los residuos sólidos orgánicos para la ciudad de Bogotá, D.C. (2010). Documento Versión N°2.
- [28] Costa I, Massard G, Agarwal A. Waste Management Policies For Industrial Symbiosis Development: Case Studies In European Countries (2010). *Journal of Cleaner Production* 18:815-822.
- [29] Bain A, Shenoy M, Ashton W, Chertow M. Industrial Symbiosis And Waste Recovery In An Indian Industrial Area (2010). *Resources, Conservation and Recycling* 54:1278-1287.
- [30] Zamorano M, Grindlay A, Molero E, Rodríguez M. Diagnosis And Proposals For Waste Management In Industrial Areas In The Service Sector: Case Study In The Metropolitan Area Of Granada (Spain) (2011). *Journal of Cleaner Production* 19:1946-1955.

[31] Servicio Nacional de Aprendizaje SENA. Resumen Ejecutivo del Proyecto. Centro de Servicios Financieros (2012). [Acceso 10 de marzo de 2013] Disponible en: <http://campusvirtualcsf.org/blogcsf/resumen/ejecutivo/re/tgo/formu/de/proyectos.pdf>

[32] Análisis y Desarrollo Social Consultores [Sitio Web]. Formulación de Proyectos Sociales con Marco Lógico (2011). [Acceso 16 de marzo de 2013] Disponible en: <http://www.sisman.utm.edu.ec/libros/facultad/de/ciencias/humanisticas/y/sociales/carrera/de/trabajo/social/proyectos/sociales/formulacion/de/proyectos/sociales/con/marco/logico.pdf>

[33] Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios República de Colombia [sitio Web]. Situación de la disposición final de residuos sólidos en Colombia 2011. Colombia: <https://web.superservicios.gov.co> [acceso 18 de marzo de 2013]. Disponible en: [https://web.superservicios.gov.co/c/documents\\_library/get\\_file?p\\_1\\_id=25030&folderId=25192&name=DLFE-8354.pdf](https://web.superservicios.gov.co/c/documents_library/get_file?p_1_id=25030&folderId=25192&name=DLFE-8354.pdf)

[34] Quiñones E, Mouthon J, Eljaieck M. Evaluación de Alternativas para el Manejo de Residuos Sólidos Ordinarios en la Ciudad de Cartagena de Indias Mediante la Metodología del Análisis del Ciclo de Vida (2011). Hacia la sustentabilidad: Los Residuos Sólidos como Fuente de Energía y Materia Prima 187-192.

[35] Muñoz M, Muñoz D. Producción más Limpia en la Formulación de un Plan de Manejo de Residuos Sólidos en una Planta Procesadora del Sector Lácteo (2007). Facultad de Ciencias Agropecuarias. 5:54-63.

[36] Investigación Ekos. Reciclaje de Acero: Un Ejemplo de RSE Industrial (2011). Cultura Corporativa. 1: 110.

[37] Roben E. El Reciclaje: Oportunidades Para Reducir la Generación de los Desechos Sólidos y Reintegrar Materiales Recuperables en el Círculo Económico (2003). Ilustre Municipalidad de Loja. 1:88-96.

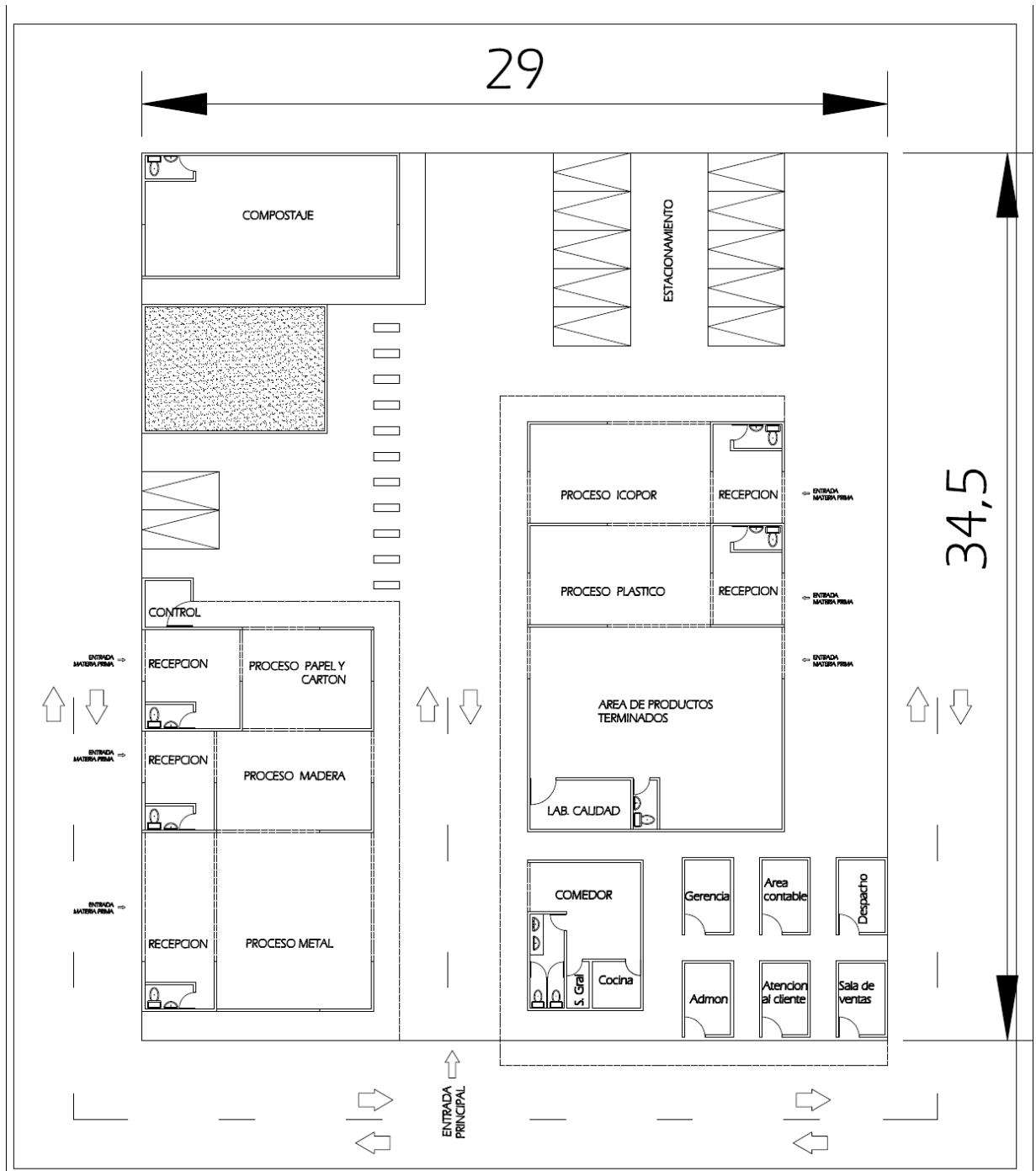


- [38] Cortinas C. [Monografía en internet]. Reciclaje de Plásticos, en el Contexto del Desarrollo Sustentable y Humano (2010). [Acceso 20 de marzo de 2013]. Disponible en: [https:// www.cristinacortinas.net](https://www.cristinacortinas.net).
- [39] Asociación Nacional de Poliestireno Expandido ANAPE [Sitio web]. Reciclado de Envases y Embalajes de Poliestireno Expandido Usados. España: <https://www.anape.es>. [Acceso 20 de marzo de 2013]. Disponible en: <http://www.anape.es/pdf/eco-eps.pdf>.
- [40] Gervásio H. Análisis: La Sustentabilidad del Acero y las Estructuras Metálicas (2009). Revista: Tecnología. 1:18-25.
- [41] Lichtinger V, Arriaga R, Bolaños-Cacho J, Aguilar J. Guía para la Gestión Integral de los Residuos Sólidos Municipales (2002). Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental-SEMARNAT. ISBN 968-817-498-X.
- [42] Dávila G., Vázquez-Duhalt R. Enzimas Ligninolíticas Fúngicas Para Fines Ambientales (2001). Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México. ISSN-0188-137X.
- [43] Smurfit Kappa. Reciclaje (2012). [Acceso 17 de marzo de 2013] Disponible : <http://www.smurfitkappa.com/vhome/co/AboutUs/WhatWeDo/Recycling/Paginas/Default.aspx>
- [44] Portafolio.co [sitio Web]. Crecimiento de la Economía Colombiana 2012. [Acceso 23 de abril de 2013]. Disponible en: <https://www.portafolio.co/economia/crecimiento-la-economia-colombiana-2012>.
- [44] Centro Virtual de Negocio CNV [sitio Web]. Importar para Crecer: el Negocio de los Ferreteros. [Acceso 25 de abril de 2013]. Disponible en: <https://www.centrovirtualdenegocios.com/informes/importar-para-crecer-el-negocio-de-los-ferreteros>.
- [46] Banco de la Republica de Colombia [sitio Web]. Índices de Precios al Consumidor Proyectado. [Acceso 5 de junio 2013]. Disponible en: <http://www.banrep.gov.co/>

# **ANEXOS**

Anexo A. Layout de la Planta Procesadora.

Figura A1. Layout de la planta procesadora primer piso.



Fuente: Elaborada en la presente investigación.

## Anexo B. Información Técnica de los Equipos.

Figura B1. Ficha técnica multifuncional (trituradora & lavadora)

### Multifuncional (Trituradora & Lavadora)



<b>Dimensiones (m)</b>	0.8*1.65*2.1	<b>Modelo</b>	TZY-350
<b>Power (kW)</b>	15	<b>Contacto</b>	<u>Ms. Winnie wang</u>
<b>FOB</b>	3,571,278.195	<b>Mas Información</b>	<u><a href="http://www.alibaba.com/product-gs/687756511/multifunction_plastic_crusher_and_washer_machine.html">http://www.alibaba.com/product-gs/687756511/multifunction_plastic_crusher_and_washer_machine.html</a></u>

**Especificaciones** Para PP y PE, con capacidad máxima de 140kg

**Fuente:** elaborada en la presente investigación. \*PP: polipropileno, PE: Poliestireno.

Figura B2. Ficha técnica extrusora.

### Extrusora



<b>Dimensiones (m)</b>	6*1.1*1.7	<b>Modelo</b>	SJ-180
<b>Power (kW)</b>	200	<b>Contacto</b>	<u>Ms. Lisa Liu</u>
<b>FOB</b>	53,569,172.932	<b>Mas Información</b>	<u><a href="http://www.alibaba.com/product-gs/546611970/SJ_180_single_screw_extruder.html">http://www.alibaba.com/product-gs/546611970/SJ_180_single_screw_extruder.html</a></u>

**Especificaciones** para PE, PET, WPC, entre otros; con capacidad máxima de 108m<sup>3</sup>/h

**Fuente:** elaborada en la presente investigación. \*PET: Tereftalato de Polietileno, WPC: madera plástica.

Figura B3. Ficha técnica pelletizadora.

### Pelletizadora PP



<b>Dimensiones (m)</b>	1.7*0.6*1.4	<b>Modelo</b>	SKJ series block styrofoam
<b>Power (kW)</b>	30	<b>Contacto</b>	Ms. sha liu
<b>FOB</b>	10,713,834.586	<b>Mas Información</b>	<a href="http://www.alibaba.com/product-gs/837179151/Xiucheng%20New%20de%20sign%20SKJ%20flat%20die.html">http://www.alibaba.com/product-gs/837179151/Xiucheng New de sign SKJ flat die.html</a>
<b>Especificaciones</b>	Acto para PP, capacidad mínima de 100 kg/h y máxima de 2000kg/h		

Fuente: elaborada en la presente investigación.

Figura B4. Ficha técnica bloquera.

### Bloquera para PE



<b>Dimensiones (m)</b>	6.25*3.64*2.9	<b>Modelo</b>	FK-BM2000 block styrofoam
<b>Power (kW)</b>	11	<b>Contacto</b>	Ms. Tarring Lin
<b>FOB</b>	35,712,781.955	<b>Mas Información</b>	<a href="http://www.alibaba.com/product-gs/942142569/Hot%20sell%20automatic%20eps%20block%20styrofoam.html">http://www.alibaba.com/product-gs/942142569/Hot sell automatic eps block styrofoam.html</a>
<b>Especificaciones</b>	para PE, capacidad mínima de 7 piezas/h y máxima de 20 piezas/h		

Fuente: elaborada en la presente investigación.

**Figura B5.** Ficha técnica horno para fundir acero

---

### Horno Para Fundir Acero



<b>Dimensiones</b>	1.15*0.8*1.5	<b>Modelo</b>	YM-0.75
<b>Power (wK)</b>	1.8	<b>Contacto</b>	Ms. Lucy Jiao
<b>FOB</b>	48,212,255.64	<b>Mas Información</b>	<a href="http://www.alibaba.com/product-gs/517612597/Steel_melting_furnace.html?s=p">http://www.alibaba.com/product-gs/517612597/Steel_melting_furnace.html?s=p</a>

**Especificaciones** Fundición de Metales, con capacidad de acero de 0, 75 toneladas.

---

**Fuente:** elaborada en la presente investigación.

**Figura B6.** Ficha técnica maquina para fabricar clavos

---

### Molde Para Hacer Clavo



<b>Dimensiones</b>	1.5*2*2	<b>Modelo</b>	1C
<b>Power (kW)</b>	1.5	<b>Contacto</b>	Mr. Floe Wang
<b>FOB</b>	3,571,278.195	<b>Mas Información</b>	<a href="http://www.alibaba.com/product-gs/660707295/Automatic_steel_wire_nail_making_machine.html">http://www.alibaba.com/product-gs/660707295/Automatic_steel_wire_nail_making_machine.html</a>

**Especificaciones** Apta para moldear Acero

---

**Fuente:** elaborada en la presente investigación.

**Figura B7.** Ficha técnica maquina para compostaje.

---

### Maquina De Compostaje



<b>Dimensiones</b>	1m*0.79m <sup>2</sup>	<b>Modelo</b>	DYB1000
<b>Power(kW)</b>	1,5	<b>Contacto</b>	Mr. susan xu
<b>FOB</b>	892,819.549	<b>Mas Información</b>	<a href="http://www.alibaba.com/product-gs/946865807/Stainless_Steel_SUS304_industrial_trommel_compost.html">http://www.alibaba.com/product-gs/946865807/Stainless_Steel_SUS304_industrial_trommel_compost.html</a>
<b>Especificaciones</b>	Compostaje de Residuos Alimenticios		

---

**Fuente:** elaborada en la presente investigación.

**Figura B8.** Ficha técnica de rastrillo.

---

### Rastrillo



<b>Dimensiones</b>	2.7*150 cm	<b>Modelo</b>	Rastrillo oreador con ruedas 12 dientes maiol
<b>Power (kW)</b>	-	<b>Contacto</b>	hola@todoagricultor.com
<b>FOB</b>	71,128.26	<b>Mas Información</b>	<a href="http://www.todoagricultor.com/es/cuidado-del-cesped/4616-rastrillo-oreador-con-ruedas-12-dientes-maiol.html">http://www.todoagricultor.com/es/cuidado-del-cesped/4616-rastrillo-oreador-con-ruedas-12-dientes-maiol.html</a>
<b>Especificaciones</b>	Juego de utensilios para Jardinería.		

---

**Fuente:** elaborada en la presente investigación.

**Figura B9.** Ficha técnica trituradora de alimentos.

---

### Trituradora De Alimentos



<b>Dimensiones (m)</b>	0.48*0.52*1.04	<b>Modelo</b>	FR-185 food grinder machine
<b>Power (kW)</b>	2.2	<b>Contacto</b>	Ms. Beryl Du
<b>FOB</b>	4,196,251.888	<b>Mas Información</b>	<a href="http://www.alibaba.com/product-gs/639604553/2012_Food_Grinder_Machine.html">http://www.alibaba.com/product-gs/639604553/2012_Food_Grinder_Machine.html</a>
<b>Especificaciones</b>	Triturador de residuos alimenticios y similares, de capacidad entre 30-120kg/h		

---

**Fuente:** elaborada en la presente investigación.

**Figura B10.** Ficha técnica tamiz.

---

### Tamiz



<b>Dimensiones (m<sup>2</sup>)</b>	0.25	<b>Modelo</b>	SY
<b>Power (kW)</b>	0.12	<b>Contacto</b>	Ms. Catherine Wang
<b>FOB</b>	267,845.865	<b>Mas Información</b>	<a href="http://www.alibaba.com/product-gs/855047081/2013_hot_sale_sugar_vibrating_screen.html?s=p">http://www.alibaba.com/product-gs/855047081/2013_hot_sale_sugar_vibrating_screen.html?s=p</a>
<b>Especificaciones</b>	Tamizado para diferentes granulometría		

---

**Fuente:** elaborada en la presente investigación.



**Figura B11.** Ficha técnica batidora.

---

**Batidora**



<b>Dimensiones (m)</b>	0.6*1*1	<b>Modelo</b>	SYH
<b>Power</b>	0.25	<b>Contacto</b>	Mr. Pengchao Shi
<b>FOB</b>	1,785,639.098	<b>Mas Información</b>	<a href="http://www.alibaba.com/product-gs/554072241/barrel_mixer_machine.html?s=p">http://www.alibaba.com/product-gs/554072241/barrel_mixer_machine.html?s=p</a>
<b>Especificaciones</b>	Todo tipo de materiales alimenticios o similares, con capacidad de 2.5 y 4.5.		

---

**Fuente:** elaborada en la presente investigación.

**Figura B12.** Ficha técnica de molde para hacer cartón para huevos.

---

**Molde Para Hacer Cartón para Huevos**



<b>Dimensiones (m)</b>	2*2*2	<b>Modelo</b>	JPL
<b>Power (kW)</b>	2.2	<b>Contacto</b>	Ms. Sara Xu
<b>FOB</b>	71,425,563.91	<b>Mas Información</b>	<a href="http://www.alibaba.com/product-gs/947550300/egg_cartons_for_30egg_making_machine.html">http://www.alibaba.com/product-gs/947550300/egg_cartons_for_30egg_making_machine.html</a>
<b>Especificaciones</b>	Pulpa de Cartón-Papel debe estar homogenizada		

---

**Fuente:** elaborada en la presente investigación.

Figura B13. Ficha técnica de la caldera

---

### Caldera



<b>Dimensiones</b>	3m <sup>2</sup> *5m	<b>Modelo</b>	YYL-Thermal oil boiler
<b>Power (kW)</b>	180	<b>Contacto</b>	<u>Mr. Marco Ma</u>
<b>FOB</b>	10,713,834.586	<b>Mas Información</b>	<a href="http://www.alibaba.com/product-gs/51739615/Industrial_gas_oil_coal_electric_thermal.html">http://www.alibaba.com/product-gs/51739615/Industrial_gas_oil_coal_electric_thermal.html</a>

**Especificaciones** Se encarga de transformar el calor en energía utilizable, a través de un medio de transporte en fase líquida o vapor.

---

**Fuente:** elaborada en la presente investigación.

Figura B14. Ficha técnica trituradora de madera.

---

### Trituradora de Madera



<b>Dimensiones (m)</b>	3*1*2	<b>Modelo</b>	RFD-40
<b>Power (kW)</b>	29.83	<b>Contacto</b>	Mr. William Wang
<b>FOB</b>	3,571,278.195	<b>Mas Información</b>	<a href="http://www.alibaba.com/product-gs/537546326/CE_farm_machinery_40hp_wood_chipper.html">http://www.alibaba.com/product-gs/537546326/CE_farm_machinery_40hp_wood_chipper.html</a>

**Especificaciones** granja astilladora de madera, capacidad de 8 m<sup>3</sup>/h

---

**Fuente:** elaborada en la presente investigación.

Figura B15. Ficha técnica volqueta

---

### Volqueta JAC 3251



<b>Dimensiones</b>	N/A	<b>Modelo</b>	JAC 3251
<b>Power (kW)</b>	N/A	<b>Contacto</b>	Yorlys Arteaga
<b>FOB</b>	190,000,000	<b>Mas Información</b>	<a href="http://www.credivehiculos.com/jac/volqueta-jac-3251.html#ixzz2eJym5Eac">http://www.credivehiculos.com/jac/volqueta-jac-3251.html#ixzz2eJym5Eac</a>
<b>Especificaciones</b>	Capacidad de carga de 28 toneladas ó 18 m <sup>3</sup>		

---

Fuente: elaborada en la presente investigación.

Figura B16. Ficha técnica Furgón.

---

### Furgón NPR 2012



<b>Dimensiones (m)</b>	N/A	<b>Modelo</b>	NPR Furgon
<b>Power (kW)</b>	N/A	<b>Contacto</b>	Leyli Alvis
<b>FOB</b>	82,000,000	<b>Mas Información</b>	<a href="http://carros.demotores.com.co/dm-2867192-chevrolet-npr-furgon-2012">http://carros.demotores.com.co/dm-2867192-chevrolet-npr-furgon-2012</a>
<b>Especificaciones</b>	Capacidad de carga 4150 toneladas.		

---

Fuente: elaborada en la presente investigación.

## Anexo C. Formato de Encuesta Realizadas en ZFLC

Figura C1. Formato encuesta a realizarse en las empresas de ZFLC

		<b>ENCUESTA DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE USUARIOS DE ZONA FRANCA DE LA CANDELARIA</b>
---	---	--

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	
NOMBRE DE LA EMPRESA:	NIT:
TIPO DE USUARIO ZF:	TAMAÑO DE LA EMPRESA (Cant. Personas)
NOMBRE DE LA PERSONA ENCARGADA DEL PROCESO DE GESTIÓN DE RESIDUOS:	
CARGO:	ÁREA:
FORMA DE VINCULACIÓN DE PERSONAL DE ASEO INTERNO:	CANTIDAD:

### GUÍA DE DILIGENCIAMIENTO:

(1) De cada material de desecho indique la cantidad que se genera por unidad de tiempo. **Ejemplo: 3 Kg por semana.**

(2) De cada material de desecho indique si se genera en condiciones de contaminación.

(3) De cada material de desecho indique si la empresa lo reutiliza en sus procesos internos.

(4) De cada material de desecho indique la manera en que la empresa se hace de este.

#### Opciones:

- A) Camión recolector
- B) Donación a tercero. Quien?
- C) Venta a tercero. Quien?
- D) Relleno sanitario propio.
- E) Quema.
- F) Otra. Cual?

	Tipo de Residuo	Cantidad Generada	Unidad de Medida	Unidad de Tiempo	Contaminado (Si / No)	Reuso (Si / No)	Forma de Disposición
		(1)			(2)	(3)	(4)
<b>RECICLABLE O REUSABLE</b>	Madera (estiba)						
	Metal (viruta, escoria)						
	Plástico						
	Cartón						
	Papel						
	Icopor de carga						
	Icopor de comida						
	Otro. Cual? 1) _____ 2) _____ 3) _____						

<b>NO RECICLABLE NO REUSABLE</b>	Residuos de alimentos						
	Empaques químicos						
	Pintura						
	Solvente						
	Aceite						
	Material impregnado						
	Otro. Cual? 1) _____ 2) _____						

Cantidad promedio de desecho facturado por empresa recolectora (Mt <sup>3</sup> ):	
Valor promedio facturado por empresa recolectora (Pesos):	

<b>OBSERVACIONES:</b>

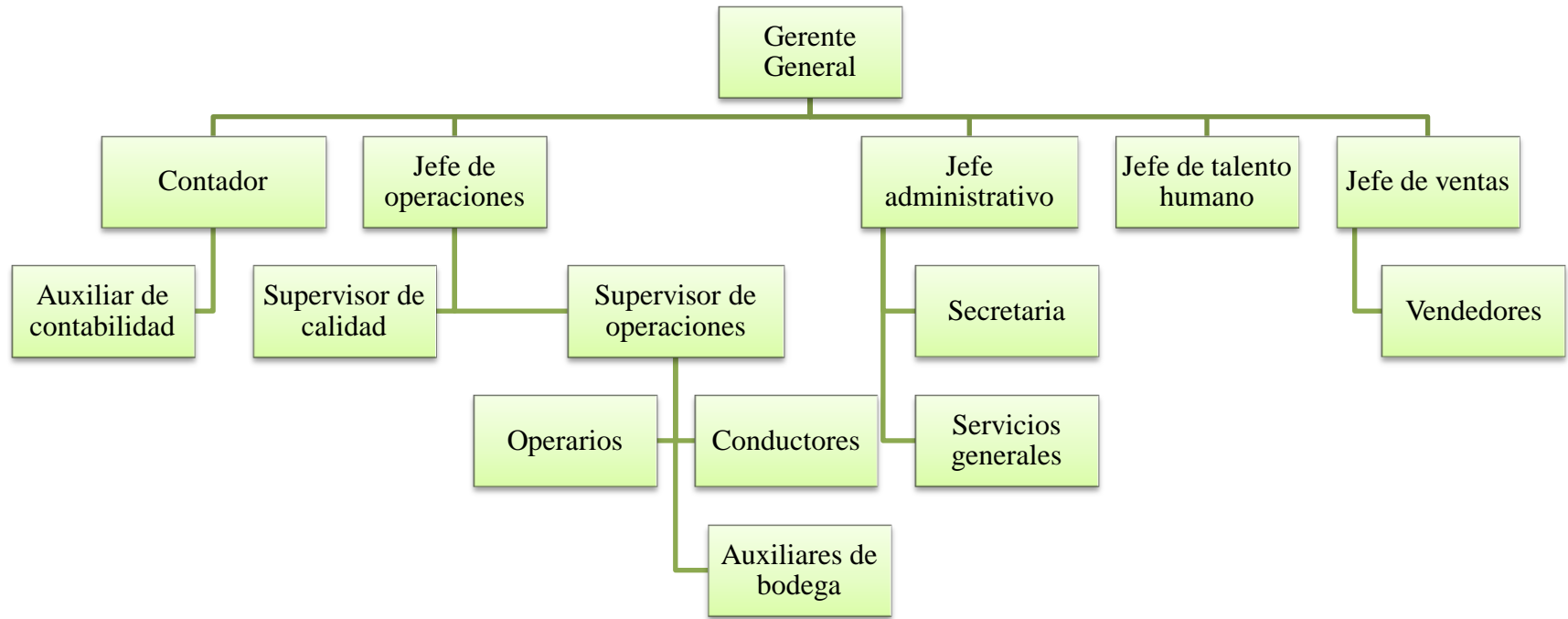
\_\_\_\_\_  
NOMBRE DE LA PERSONA QUE APLICÓ LA ENCUESTA

\_\_\_\_\_  
NOMBRE PERSONA QUE RESPONDIÓ LA ENCUESTA

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

**Anexo D.** Organigrama Funcional de la Plata Procesadora.

**Figura D1.** Organigrama funcional de la planta procesadora.



**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

## Anexo E. Viabilidad Económica y Financiera.

**Tabla E1.** Listado de maquinarias y equipos requeridos en el sector de producción.

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>V/Unit</b>	<b>V/Total</b>
Multifuncional (Trituradora + Lavado)	1	3,571,278	3,571,278
Extrusora	1	53,569,173	53,569,173
Bloquera	1	35,712,782	35,712,782
Horno	1	48,212,256	48,212,256
Molde para Clavos	1	3,571,278	3,571,278
Pelletizadora	1	10,713,835	10,713,835
Maquina para Compostaje	1	892,820	892,820
Rastrillo y Punzón	3	71,128	213,384
Trituradora	1	4,196,252	4,196,252
Tamiz	1	267,846	267,846
Batidora SYH 5	1	1,785,639	1,785,639
Molde para carton de huevos	1	71,425,564	71,425,564
Trituradora	1	3,571,278	3,571,278
Caldera	1	10,713,835	10,713,835
<b>Total Maquinaria Requerida</b>			<b>248,417,219</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

**Tabla E2.** Equipo de computación y cantidades requerida con su costo.

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor Unitario</b>	<b>V/Total</b>
Computador Acer Axc600-Sd331	6	1,050,000	6,300,000
Otros Equipos De Comunicación			1,500,000
<b>Total Maquinaria Requerida</b>			<b>7,800,000</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente Investigación.

**Tabla E3.** Listado de flota y equipos de transporte requerido

<b>Equipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>V/Unit</b>	<b>V/Total</b>
volquetas doble troque	3	190,000,000	570,000,000
furgones	2	82,000,000	164,000,000
ADECUACION DE CAMIONES	2	20,000,000	40,000,000
<b>Total Flota y Equipos de Transporte Requerido</b>			<b>774,000,000</b>

**Fuente:** Elaborada en la Presente Investigación.

**Tabla E4.** Gastos de mantenimiento mensual

<b>Concepto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Valor/Uni</b>	<b>Vlr Total</b>
Mantenimiento(Gral)Volquetas	2	1,000,000	2,000,000
Mantenimiento(Gral)Furgonetas	2	800,000	1,600,000
<b>Total Gasto De Mantenimiento</b>			<b>3,600,000</b>

**Fuente:** Elaborada en presente investigación.

**Tabla E5.** Listado y costos de los servicios públicos

<b>Servicio</b>	<b>Costo (\$)</b>
Energía	2,150,000
Agua	1,100,000
Teléfono - Internet	210,000
Pólizas De Seguro	6,000,000
Aseo	200,000
<b>Total</b>	<b>9,660,000</b>

**Fuente:** elaborada en la presente investigación.

**Tabla E6.** Listado de personal, cantidades requeridas y gasto que implica.

<b>Personal/Área</b>	<b>Número Requerido</b>	<b>Total Gastos</b>
<b>Gerencia</b>		
Gerente General	1	5,370,935
Secretaria de Gerencia	1	1,342,734
<b>Área Contable</b>		
Contador Publico	1	1,790,312
Auxiliar Contable	1	1,432,249
<b>Área de Recursos Humanos</b>		
Jefe De Talento Humano	1	1,790,312
<b>Área De Operaciones</b>		
Jefe De Operaciones	1	3,580,623
Supervisor De Calidad	1	2,685,467
Supervisor De Operaciones	1	2,685,467
Operarios	30	17,990,656
Conductores	3	3,111,234
Auxiliar De Bodega	3	2,488,987
<b>Área Comercial</b>		
Jefe De Venta	1	1,790,312
Vendedores	5	3,903,787
Capacitadores	3	4,148,312
<b>Área de Servicios Generales</b>		
Servicios Varios	2	1,484,656
Vigilate	6	6,148,249
<b>Total</b>	<b>61</b>	<b>61,744,289</b>

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.

**Tabla E7.** Calculo del punto de equilibrio.

<b>Ventas totales(\$)</b>	26,676,707,766
<b>Costo variable total [3,30%](\$)</b>	879,212,330
<b>Margen de contribución total [96,70](\$)</b>	25,797,495,436
<b><u>Gastos Fijos:</u></b>	
<b>De administración (\$)</b>	879,212,330
<b><u>Total Gastos Fijos (\$)</u></b>	879,212,330

$$\text{PE\$} = \frac{\text{Costos (gastos) Fijos (totales)}}{\text{Margen de Contribución Total / Ingresos Totales}}$$

$$\text{PE\$} = \frac{\$ 879,212,330}{96.70\%} = 909,177,035.00$$

$$\text{PE\$} = 909,177,035.00$$

La compañía requiere vender \$909177035,000 para obtener así su punto de equilibrio; es decir, con ese nivel de ventas, igualará sus ingresos a la suma de sus costos y gastos.

**Fuente:** Elaborada en la presente investigación.



**Tabla E8.** Flujo libre de caja libre proyectado.

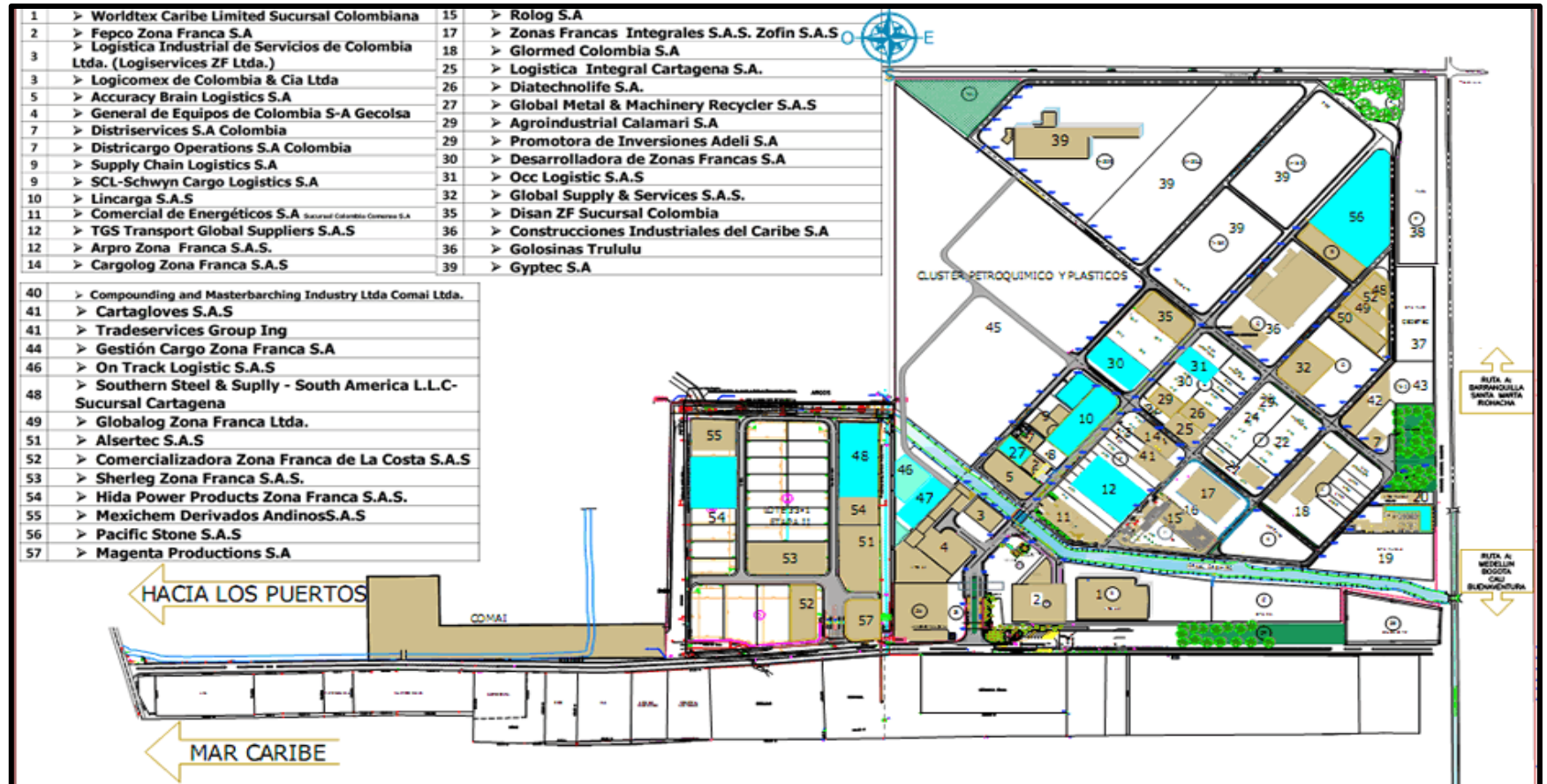
<b>AÑOS</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Utilidad Neta</b>		-7,259,174	132,207,572	279,407,441	350,134,113	16,878,498,541
Depreciación		181,201,722	900,000	1,000,000	1,000,000	700,000
Amortización		18,722,732	18,722,732	18,722,732	18,722,732	18,722,732
<b>GIF</b>		<b>192,665,280</b>	<b>151,830,304</b>	<b>299,130,173</b>	<b>369,856,845</b>	<b>16,897,921,273</b>
(+) Gastos Financieros		355,380,938	292,291,542	225,812,672	155,387,626	80.368.265
<b>FLUJO DE CAJA BRUTO</b>		<b>548,046,218</b>	<b>444,121,847</b>	<b>524,942,845</b>	<b>525,244,471</b>	<b>16,978,289,538</b>
<b>Flujo de Caja Libre</b>	<b>-1,936,380,880</b>	<b>548,046,218</b>	<b>444,121,847</b>	<b>524,942,845</b>	<b>525,244,471</b>	<b>16,978,289,538</b>
<b>Préstamo</b>						
Amortización Deuda		299,921,065	320,557,843	344,584,095	372,556,523	405,123,266
<b>Flujo de Caja del Inversionista</b>		<b>248,125,153</b>	<b>123,564,004</b>	<b>180,358,750</b>	<b>152,687,948</b>	<b>16,573,166,272</b>

Fuente: Elaborada en la presente Investigación.

**TIR: 67.83%**

Anexo F. Plano General de ZFLC.

Figura F1. Plano general de ZFLC.



Fuente: Zona Franca la Candelaria.