

# **APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS**

**APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA LA  
PRODUCCIÓN DE EMPAQUES PLÁSTICOS EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE  
INDIAS**

**OMAR ANTONIO YARCE MARIN**



**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO**

**FACULTAD DE PRODUCCIÓN Y DISEÑO  
ESPECIALIZACIÓN EN GESTIÓN DE PROYECTOS**

**MEDELLÍN**

**2020**

**Notas del autor**

**Omar Antonio Yarce Marin , Facultad de Producción y Diseño , Institucion Universitaria Pascual Bravo; Medellín-Antioquia, Especialización en Gestión de Proyectos.  
La correspondencia en relación a este trabajo debe de dirigirse a Omar Yarce, Correo electrónico : [o.yarce@pascualbravo.edu.co](mailto:o.yarce@pascualbravo.edu.co)**

Aprovechamiento de residuos sólidos urbanos para la producción de empaques plásticos en la ciudad de Cartagena de indias

Omar Antonio Yarce Marin

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de especialista en gestión de proyectos

Asesor del trabajo de Grado

Dubal Papamija Muñoz

Especialista y Magíster en Gerencia de Proyectos de la Universidad EAFIT

Coasesor del trabajo de Grado

José Leandro Pestana Chaverra

Especialista y Magíster en Gerencia de Proyectos de la Universidad EAFIT

Institución Universitaria Pascual Bravo

Facultad de Producción y Diseño  
Especialización en gestión de proyectos

Medellín

2020



<b>ACTA DE EVALUACIÓN FINAL TRABAJO DE GRADO</b>	Código:
	Versión:
	Página: 1 de 1

**Nombre del trabajo de grado:**

APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS PARA LA PRODUCCIÓN DE EMPAQUES PLÁSTICOS EN LA CIUDAD DE CARTAGENA DE INDIAS

**Datos de los estudiantes:**

Nombres y apellidos	Cédula	Programa	Correo Institucional
Omar Antonio Yarce Marín	15517477	Especialización Gestión de Proyectos	o.yarce@pascualbravo.edu .co

**Modalidad a la que pertenece el Trabajo:**

Investigativa \_\_\_ Emprendimiento \_\_\_ Práctica \_\_\_ Formulación proyecto de inversión X

CONCEPTO EVALUACIÓN	SI	NO
Aprobado	X	
Aprobado con correcciones		
No aprobado		

**OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS DEL PROCESO:** Es un trabajo realizado con calidad y con la coherencia y rigurosidad de un proyecto de inversión, bajo los lineamientos del Departamento Nacional de Planeación a través de la MGA Web.

**Fecha de entrega:** 16/12/2020

**Firma:**

**Nombre del Asesor:** Dubal Papamija Muñoz

**Fecha:** 16/12/2020

<b>Elaboró:</b> Jhobana Herrera Díaz	<b>Revisó:</b> Irma Lucía Franco	<b>Aprobó</b>
<b>Fecha:</b> 2020/11/26	<b>Fecha:</b>	<b>Fecha:</b>

**Resumen ejecutivo del proyecto**

El presente trabajo de grado es un documento formulado con el objetivo de solucionar la problemática de alta contaminación por residuos sólidos urbanos; en el cual se presentará un análisis de las alternativas de solución para el aprovechamiento de residuos sólidos urbanos principalmente los plásticos a nivel municipal en la ciudad de Cartagena, Bolívar para la vigencia 2020.

Se presenta información importante para el análisis de la entidad de orden nacional con competencias en el sector como el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MVCT), Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), Departamento Nacional de Planeación (DNP), Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA) y la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD). También, es del interés de las entidades del orden regional (Bolívar) y local (Cartagena).

Se plantean estrategias para potencializar la separación en la fuente, la clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos inorgánicos estipulando tres fases importantes para su formulación, estas son: las estrategias de comunicación y sensibilización, el procedimiento para la recolección selectiva y transporte de los residuos sólidos inorgánicos para el aprovechamiento y el procedimiento para la clasificación de estos residuos, su tratamiento, almacenamiento y transformación.

**Tabla de Contenido**

<b>Resumen ejecutivo del proyecto</b>	<b>4</b>
<b>1. Marco teórico</b>	<b>10</b>
1.1 Antecedentes históricos	10
3.2 Antecedentes investigativos	10
1.2 Bases teóricas	13
1.2.1 Glosario	13
1.2.1 Fundamentos teóricos de la investigación	17
1.2.2 Reutilización, clasificación y reciclaje.	18
1.2.3 Fundamentos metodológicos	21
1.2.3.1 Metodologías existentes- Diseño y la evaluación de la prerrecolecta y recolecta	21
<b>2. Identificación</b>	<b>27</b>
2.1 Justificación	27
2.1.1 Contribución a la política pública	28
2.1.1.1. Contribución al Plan Nacional de Desarrollo	28
2.1.1.2 Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial	31
2.1.1.3 Plan de Desarrollo Distrital o Municipal	32
2.2. Problemática	32
2.2.1. Identificación y descripción del problema	32
2.2.1.1 Problema Central	32
2.2.1.2 Descripción de la situación existente con relación al problema	33
2.2.1.3 Magnitud actual del problema – Indicadores de referencia (línea base)	34
2.2.1.4 Causas directas e indirectas que generan el problema	36
2.2.1.5 Efectos directos e indirectos generados por el problema	37
2.3 Diagrama de Árbol de Problemas	38
2.4 Participantes	39
2.4.1 Identificación de los participantes	39
2.4.2 Análisis de los participantes	40
2.5 Población	41
2.5.1 Población afectada por el problema	41
2.5.2 Población objetivo de la intervención	42

2.5.3. Características demográficas de la población objetivo	42
2.6. Objetivos	44
2.6.1. Objetivo general e indicadores de seguimiento	44
2.6.2 Objetivo específico	45
2.7. Diagrama del árbol de objetivos (soluciones)	46
2.8. Alternativas de solución:	46
<b>3. Preparación</b>	<b>52</b>
3.1 Estudio de necesidades	52
3.2 Análisis técnico de la alternativa	53
3.3 Localización	58
3.3.1 Localización de la alternativa	58
3.3.2 Factores analizados.	59
3.4 Cadena de valor	60
3.5. Análisis de riesgos	62
3.6. Ingresos y beneficios	67
3.7 Depreciación	70
<b>4. Evaluación</b>	<b>71</b>
4.1 Flujo económico	71
4.2 Indicadores de decisión (Evaluación económica)	71
<b>5. Programación</b>	<b>72</b>
5.1. Indicadores de producto	72
5.2. Indicadores de gestión	72
5.3 Fuentes de financiación	73
5.4. Matriz resumen del proyecto	73
<b>6. Referencias</b>	<b>75</b>

**Índice figuras**

Figura 1 Tecnologías de tratamientos de residuos y sus productos	11
Figura 2 Vista de la zona correspondiente a la etapa 1 del proceso de reciclaje	20
Figura 3 Vista general del sistema de bandas transportadoras para la selección de materiales	21
Figura 4 Árbol de problemas	38
Figura 5 Proyecciones de Población 2018 - 2023	44
Figura 6 Árbol de objetivos	46
Figura 7 Distribución de zonas de la ECA	55
Figura 8 Ubicación de lote 900.000 metros sobre variante mamonal cartagena	58
Figura 9 Matriz de beneficios del proyecto desglosado en la MGA WEB	69
Figura 10 Resumen Fuentes de financiación en la MGA WEB	73
Figura 11 Resumen del proyecto según la MGA WEB	74

**Índice Tablas**

Tabla 1	Métodos de cálculo permitidos según el nivel de complejidad del sistema	22
Tabla 2	Valores típicos de PPC (Kg/[habitante*día]) para municipios colombianos	23
Tabla 3	Principales documentos de Política y el marco jurídico	25
Tabla 4	Contribución a la política pública nacional	29
Tabla 5	Contribución a la política pública departamental	31
Tabla 6	Contribución a la política pública Municipal	32
Tabla 7	Línea Base	34
Tabla 8	Indicadores línea base	35
Tabla 9	Identificación de involucrados	39
Tabla 10	Población de cartagena	41
Tabla 11	Población objetivo	42
Tabla 12	Población ocupada, según sexo, grupo étnico y rangos de edad	43
Tabla 13	Indicador de resultado	44
Tabla 14	Indicador de catálogo de productos en la MGA	45
Tabla 15	Identificando alternativas que pueden ser estrategias de proyecto.	47
Tabla 16	Definiendo criterios pertinentes para escoger estrategias a utilizar	49
Tabla 17	Aplicando filtros sobre las alternativas escogidas inicialmente	51
Tabla 18	Estudio de Mercado	52
Tabla 19	Lugar de ejecución del Proyecto	58
Tabla 20	Cadena de Valor del proyecto de intervención	60
Tabla 21	Matriz de riesgo del proyecto	62
Tabla 22	Matriz de beneficios del proyecto	67
Tabla 23	Depreciación de activos	70
Tabla 24	Tabla del flujo económico	71
Tabla 25	Evaluación económica- Resultados de la MGA WEB	71
Tabla 26	Indicador de producto - MGA WEB	72
Tabla 27	Indicadores de gestión - MGA WEB	72



## 1. Marco teórico

### 1.1 Antecedentes históricos

“Los residuos sólidos existen desde los albores de la humanidad, como subproducto de la actividad de los hombres. Desde luego, su composición física y química ha ido variando de acuerdo con la evolución cultural y tecnológica de la civilización. La forma más fácil que se encontró el hombre primitivo de disponer de desechos no comibles por los animales fue arrojarlos en un sitio cercano a su vivienda; así nació el botadero a cielo abierto, práctica que se ha mantenido hasta nuestros días. Los residuos sólidos se convirtieron en un problema a medida que el hombre se hizo gregario y se concentró en las ciudades.”(Docentes la Estación, 2012)

Según la PGIRS (2014) indica que: Un residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento principalmente sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicios, que el generador presenta para su recolección por parte de la persona prestadora del servicio público de aseo. Igualmente, se considera como residuo sólido, aquel proveniente del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles. Los residuos sólidos que no tienen características de peligrosidad se dividen en aprovechables y no aprovechables. (p. 17).

### 3.2 Antecedentes investigativos

Los beneficios del aprovechamiento energético de los residuos, tiene un gran impacto en la actualidad debido a la gran demanda de electricidad en el mundo es básicamente a partir de combustibles fósiles, debido a que estos son recursos no renovables esto es insostenible en el tiempo ya que petróleo, gas natural, carbón son limitados y sus procesos de extracción son muy contaminantes. Por lo cual urge encontrar otro tipo de alternativas, así garantizar el suministro de la energía eléctrica en el futuro, por lo cual se requieren nuevas tecnologías y estrategias de generación. Una excelente respuesta para esta situación podrían ser los residuos, ya que contamos con un amplio portafolio de tecnologías para tratar los residuos como un recurso energético en nuestra actualidad.

De acuerdo a al trabajo de investigación realizado (Xiong, Sheng AdamNg, & Wang, 2016) exponen los procesos de tratamiento de residuos y recuperación de energía que se engloban dentro de lo que actualmente se denomina la frontera sistema WTE (Waste-to-Energy, por sus siglas en inglés – residuos-a-energía–). WTE maneja el remanente de los residuos sólidos urbanos no reciclables e incluye actividades tales como reducción de volumen, recuperación de productos energéticos y tratamientos residuales.

Los métodos actuales de tratamiento de residuos se pueden categorizar en tres tipos (figura 1): tratamientos térmicos, tratamientos biológicos y rellenos sanitarios. En el artículo exponen que las opciones para el tratamiento térmico de WTE usan altas temperaturas para convertir materia prima de residuos en electricidad, calor y productos de valor agregado. El tratamiento biológico de WTE convierte los residuos orgánicos en energía a modo de combustibles líquidos o gaseosos mediante el uso de agentes biológicos. El relleno sanitario con recuperación de gas metano (CH<sub>4</sub>) también puede generar electricidad y calor por medio de turbinas. El uso del contenido energético de los residuos podría ser una de las principales ideas de progreso. (Gallardo Izquierdo et al., 2019, 13)

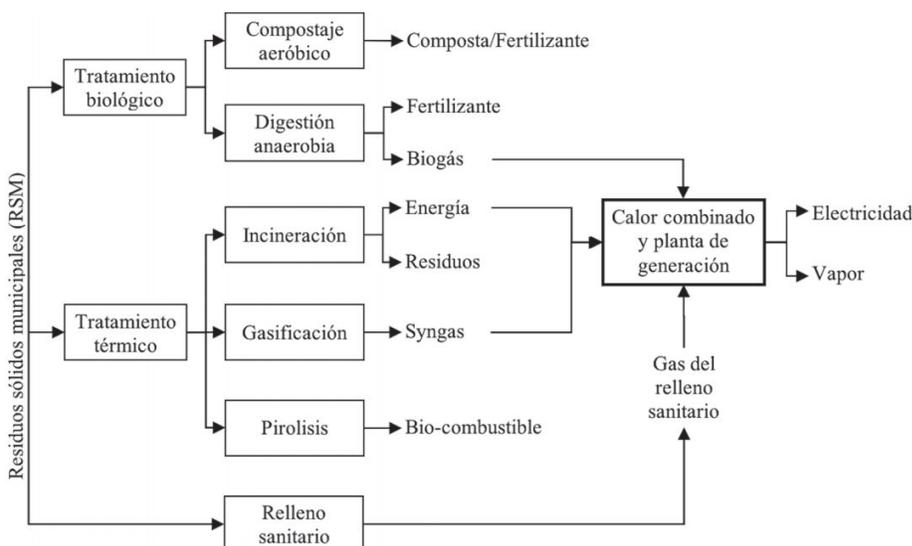


Figura 1. Tecnologías de tratamientos de residuos y sus productos (Gallardo Izquierdo et al., 2019, 14)

Es evidente que otra de las dificultades del tratamiento de los residuos sólidos es su transporte, la logística de los residuos sólidos generando altos consumos de combustible desde las poblaciones hasta el relleno sanitario. Dentro de la búsqueda de optimización de estos procesos, surgió las estaciones de transferencia como solución, estos son unos centros de recepción de residuos urbanos localizados en el entorno de las poblaciones, con el objetivo de permitir la descarga de los camiones de basura (residuos urbanos), mitigando o eliminando la cantidad de desplazamientos hasta el relleno sanitario.

En esta estación de transferencia los residuos son preparados antes de su traslado por medio de contenedores y vehículos con mayor capacidad. Los beneficios que esto trae, son el minimizar los tiempos de ejecución de los servicios de recogida de las poblaciones alejadas del centro de tratamiento y se optimizan los costos de transporte, en donde todos aquellos residuos que se facilita su compactación permite aumentar las cantidades transportadas en cada viaje.

En relación a lo anterior, de acuerdo a la investigación según (Varón Valencia et al., 2015, 1) su principal objetivo es representar la localización de este tipo de instalaciones a través de un modelo de programación lineal entera mixta, que tiene en cuenta las principales características de las estaciones, como la capacidad total y la capacidad de recuperación de materiales.

En Colombia, la dificultad que se tiene para la localización de instalaciones para realizar Gestión Integral de residuos sólidos es muy nuevo, según (Alcaldía de Medellín, 2018) en medellín sería construida la primera estación de transferencia de residuos sólidos del país, la nueva estación de transferencia de Emvarias estaría iniciando su operación técnica en el segundo semestre de 2021. A pesar que estas instalaciones han sido declaradas en las diferentes normativas de la nación, aún no presentan un claro desarrollo en la investigación de la localización.

La meta de la situación planteada es minimizar costos fijos de apertura, costos de transporte y costos operativos de las estaciones de transferencia que se abran, con las cuales se cumplan las objetivos de recuperación de materiales durante el horizonte planeado.

El horizonte de planeación se constituye por un conjunto de períodos consecutivos  $TIM = \{1, \dots, t\}$ , cada período de tiempo es equivalente a 1 año. El modelo determina en qué momento, de qué

tipo y en que sitio candidato se debe abrir una estación de transferencia de manera que se minimice el costo total; compuesto de la siguiente forma: El costo de apertura, hace referencia a los costos de los estudios preliminares (del suelo, ambientales, económicos, etc.) y los rubros asociados a la construcción. Los costos de transporte  $a1t$  ,  $a2t$  ,  $a3t$  , son los costos por tonelada-kilómetro (\$/ton.km) de trasladar los residuos desde el municipio hacia la estación de transferencia, o directamente del municipio hacia el relleno sanitario y de la estación hasta el relleno sanitario, respectivamente. Por último el costo de operación incluye los costos de mano de obra y maquinaria relacionada con la operación en la estación. Están representados en unidades monetarias por tonelada de residuos (\$/ton). El modelo de programación cumple con el objetivo de determinar la cantidad de estaciones de transferencia que se deben abrir en cada período de tiempo con su respectiva ubicación y tipología y la asignación de los flujos de residuos entre las instalaciones del sistema, garantizando el cumplimiento de las restricciones de recolección, balance, capacidad y recuperación de material. (Arias B. et al., 2014, 138)

## 1.2 Bases teóricas

### 1.2.1 Glosario

Con el fin de comprender la estructura de lo que se entiende por gestión de los residuos sólidos, se definen los siguientes conceptos :

**Aprovechamiento:** Es la actividad complementaria del servicio público de aseo que comprende la recolección de residuos aprovechables separados en la fuente por los usuarios, el transporte selectivo hasta la estación de clasificación y aprovechamiento o hasta la planta de aprovechamiento, así como su clasificación y pesaje.

**Estación de clasificación y aprovechamiento ( ECA) :** Son instalaciones técnicamente diseñadas con criterios de ingeniería y eficiencia económica, dedicadas al pesaje y clasificación de los residuos sólidos aprovechables, mediante procesos manuales, mecánicos o mixtos y que cuenten con las autorizaciones ambientales a que haya lugar.

**Recolección y transporte de residuos aprovechables:** Son las actividades que realiza la persona prestadora del servicio público de aseo consistente en recoger y transportar los residuos aprovechables hasta las estaciones de clasificación y aprovechamiento. Servicio público domiciliario de aseo: Es el servicio de recolección municipal de residuos, principalmente sólidos. También se aplicará esta Ley a las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de tales residuos. Vehículo recolector: Es el vehículo utilizado en las actividades de recolección de los residuos sólidos desde los lugares de presentación y su transporte hasta las estaciones de clasificación y aprovechamiento, plantas de aprovechamiento, estaciones de transferencia o hasta el sitio de disposición final.

**PMIRS** - Plan de Manejo Integral de Residuos Sólidos

**PGIRS.** Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos

**Basura.** Sinónimo de residuos sólidos municipales y de desechos sólidos.

**Basurero.** Botadero, vertedero o vaciadero.

**Botadero.** Lugar donde se arrojan los residuos a cielo abierto en forma indiscriminada sin recibir ningún tratamiento sanitario. Sinónimo de vertedero, vaciadero o basurero.

**Contenedor.** Recipiente de capacidad variable empleado para el almacenamiento de residuos sólidos.

**Desecho sólido.** Sinónimo de residuos sólidos municipales y de basura.

**Entidad de aseo urbano.** Persona natural o jurídica, pública o privada, encargada o responsable en un municipio de la prestación del servicio de aseo.

**Escombrera.** Área destinada para la eliminación de escombros y restos de demolición no aprovechables (materiales inertes), que pueden ser naturales (por ejemplo, hondonadas o depresiones) o creadas por el hombre (por ejemplo, canteras abandonadas).

**Lixiviado.** Líquido que percola a través de los residuos sólidos, compuesto por el agua proveniente de precipitaciones pluviales, escorrentías, humedad de la basura y descomposición de la materia orgánica que arrastra materiales disueltos y suspendidos. Sinónimo de percolado.

**Lodo.** Líquido con gran contenido de sólidos en suspensión, proveniente de la mezcla profusa de agua y tierra, por operaciones como el tratamiento de agua, de aguas residuales y otros procesos similares.

**Manejo.** Conjunto de operaciones dirigidas a dar a los residuos el destino más adecuado de acuerdo con sus características, con la finalidad de prevenir daños o riesgos para la salud humana o el ambiente. Incluye el almacenamiento, el barrido de calles y áreas públicas, la recolección, la transferencia, el transporte, el tratamiento, la disposición final y cualquier otra operación necesaria.

**Percolado.** Sinónimo de lixiviado.

**Reciclaje.** Proceso mediante el cual los materiales segregados de los residuos son reincorporados como materia prima al ciclo productivo.

**Relleno de seguridad.** Relleno sanitario destinado a la disposición final adecuada de los residuos industriales o peligrosos.

**Relleno sanitario.** Técnica de ingeniería para el adecuado confinamiento de los residuos sólidos municipales. Comprende el esparcimiento, acomodo y compactación de los residuos, su cobertura con tierra u otro material inerte, por lo menos diariamente, y el control de los gases y lixiviados y la proliferación de vectores, a fin de evitar la contaminación del ambiente y proteger la salud de la población.

**Residuos sólidos.** Cualquier material incluido dentro de un gran rango de materiales sólidos, también algunos líquidos, que se tiran o rechazan por estar gastados, ser inútiles, excesivos o sin valor. Normalmente, no se incluyen residuos sólidos de instalaciones de tratamiento.

**Residuo sólido especial.** Residuo sólido que por su calidad, cantidad, magnitud, volumen o peso puede presentar peligros y, por lo tanto, requiere un manejo especial. Incluye los residuos sólidos de establecimientos de salud, productos químicos y fármacos caducos, alimentos expirados, desechos de establecimientos que usan sustancias peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados que, con autorización o ilícitamente, son manejados conjuntamente con los residuos sólidos municipales.

**Residuo sólido municipal.** Residuo sólido o semisólido proveniente de las actividades urbanas en general. Puede tener origen residencial o doméstico, comercial, institucional, de la pequeña industria o del barrido y limpieza de calles, mercados, áreas públicas y otros. Su gestión es responsabilidad de la municipalidad o de otra autoridad gubernamental. Sinónimo de basura y desecho sólido.

**Residuo peligroso.** Residuo sólido o semisólido que por sus características tóxicas, reactivas, corrosivas, radiactivas, inflamables, explosivas o patógenas plantea un riesgo sustancial real o potencial a la salud humana o al ambiente cuando su manejo se realiza en forma conjunta con los residuos sólidos municipales, con autorización o en forma clandestina.

**Residuo sólido domiciliario.** Residuo que, por su naturaleza, composición, cantidad y volumen, es generado en actividades realizadas en viviendas o en cualquier establecimiento similar.

**Estaciones de transferencia:** son centros de recepción de residuos urbanos ubicados en el entorno de las poblaciones, cuya finalidad es permitir la descarga de los camiones de recogida de residuos urbanos, evitando su desplazamiento hasta el centro de tratamiento.

Fuente : (Contraloría Valle del Cauca, 2018, 86) (DNP, 2018)

### 1.2.1 Fundamentos teóricos de la investigación

Comenzando desde la propuesta de investigación, se muestra a continuación un análisis de los antecedentes, con el objetivo de definir una base teórica para la investigación que consienta fundamentar el planteamiento de nuestro problema de investigación.

Se estima que el crecimiento poblacional hacia las ciudades y municipios ha aumentado la tasa de eliminación de residuos orgánicos, provocando la apertura de nuevos vertederos e incineradores. Es por ello, que se hace necesaria la gestión sostenible de residuos municipales en las fases de impacto como son la planificación, el diseño, la operación y la clausura. En el espectro de tecnologías nuevas y existentes acerca de la gestión de residuos se han abarcado estrategias para el mantenimiento de la calidad del ambiente y sostenimiento de metas futuras. Este tipo de tecnologías permite que industrias y agencias gubernamentales, hagan frente a las necesidades comunes en el reciclaje de materiales biodegradables, con el fin de ampliar el suministro de energía renovable, y a su vez ofrecer opciones socialmente más aceptables para preservar la biodiversidad y los ecosistemas naturales. El tratamiento de estos residuos se hace en vertederos o incineradoras que a menudo se encuentran en zonas minoritarias o deprimidas, generando un incremento en problemas de salud y de pobreza. La producción de residuos sólidos orgánicos por cada habitante se encuentra alrededor de 0,7 kg/hab día. (Castañeda-Torres & Rodríguez-Miranda, 2017, 117)

En la actualidad, la administración de los residuos sólidos plásticos genera gran preocupación. Los plásticos ya hacen parte de nuestro estilo de vida, y la producción mundial ya se genera en masa. Los plásticos usuales tienen alta resistencia y no son degradados con facilidad por el ecosistema. Los polímeros requieren muchísimos años para degradarse en el ambiente de manera natural. Los residuos plásticos son muy perjudiciales ya que sus componentes químicos son tóxicos para la naturaleza. Los plásticos en general se producen de manera masiva en la actualidad.

Según el informe de Greenpeace Colombia (Mejor sin plásticos) del 2018, el consumo de plástico es de 1.250.000 toneladas al año, aproximadamente 24 kilos de plástico por persona al

año y solo el 56% de estos son de consumo único. El país genera unas 12 millones de toneladas de residuos sólidos al año y solo recicla el 17%. En el caso de Bogotá, se producen unas 7.500 toneladas al día y se reciclan entre el 14% y el 15%, incluso por debajo del promedio nacional. En Colombia el 74% de los envases van a los rellenos sanitarios. En otros apartes del informe de Greenpeace, se señala que dentro del mercado local empresas como Bavaria, Coca Cola y Postobón tiene cerca de 24 productos envasados en botellas tipo PET y en Acoplásticos se afirma que hubo una expansión del sector en un 5%. Además, el Departamento Nacional de Planeación ha señalado que para el próximo año, 321 municipios estarán en peligro ambiental y sanitario por sus desechos. **(Colprensa, 2020)**

Teniendo en cuenta lo anterior es más que una obligación mantener la innovación de métodos y procesos de reciclaje, generación de nuevos mercados y construcción de infraestructuras de procesamiento, participación del gobierno y los empresarios privados, y los consumidores, todo esto teniendo en cuenta que un gran porcentaje de los plásticos consumidos en la actualidad se producen utilizando como principal materia prima al petróleo que es un recurso no renovable, el reciclaje es una excelente actividad sostenible, lo que conlleva a un plan de Gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) lo cual se traduce en un uso sostenible de la energía y otros recursos, tenemos una meta y esta es lograr que gran cantidad de los residuos plásticos derivados de productos consumidos en el día a día sean integrados al ciclo productivo de la forma más óptima en su procesamiento, de tal forma que no afecte al ecosistema.

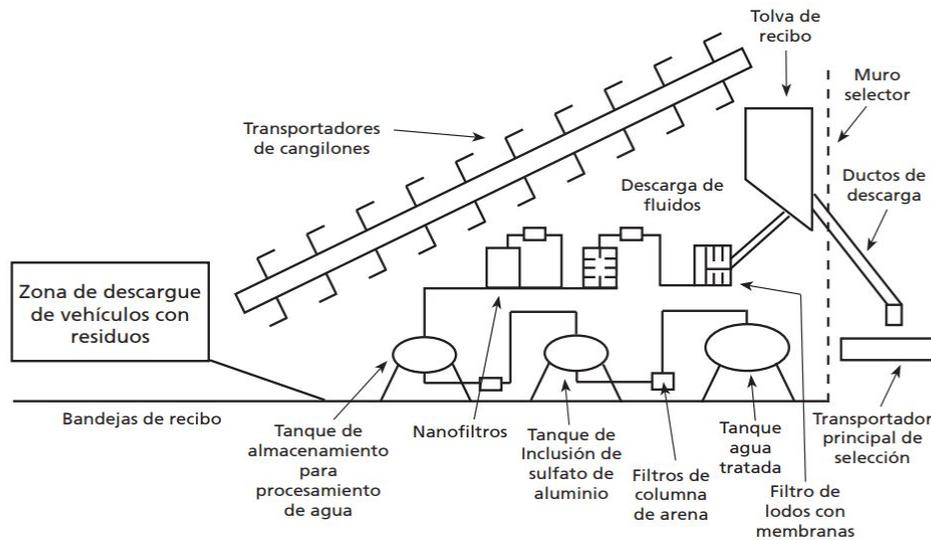
Para que esto se logre, debemos hacer cambios drásticos en nuestros hábitos como lo son separar y disponer apropiadamente los residuos plásticos para su siguiente proceso que es el reciclaje, entonces lograremos la sostenibilidad que necesita la región y nuestro planeta.

### **1.2.2 Reutilización, clasificación y reciclaje.**

Por otro lado es importante aclarar que, la clasificación es la fase de mayor trascendencia en el proceso de reciclaje, sin importar la gran eficiencia que tenga el proceso de reciclaje, una de las grandes dificultades a la que se enfrentan los recicladores es la expulsión de la pintura en el

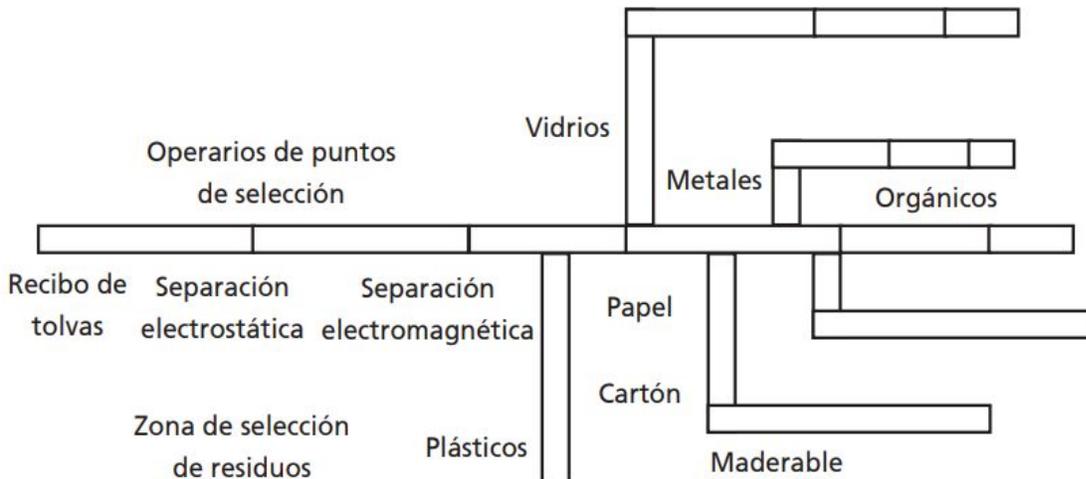
plástico ya que este recubrimiento afecta directamente las propiedades mecánicas y químicas del material plástico, existe una alternativa que podría usarse para eliminar revestimientos, “La molienda”, una segunda alternativa sería aplicar la eliminación del recubrimiento por medio de solventes orgánicos, en el cual se procede a sumergir la pieza plástica con el recubrimiento en un solvente orgánico, así limpiando el recubrimiento del plástico.

En el proyecto de investigación realizado (Arias B. et al., 2014, 138) se propone el diseño de un Centro Integral de Reciclaje de Residuos Sólidos (CIRRS), que se convierta en un eslabón funcional dentro de un Clúster económico en una cadena productiva, y además de ello, que se incluya como un eslabón productivo de la cadena energética. El CIRRS, busca dar solución a problemas sociales, económicos, medioambientales y energéticos de las comunidades, de manera sostenible. Resulta relevante señalar que el Estado promueve e incentiva las organizaciones del sector industrial e investigativo, para que trabajen sobre el diseño y la puesta en marcha de programas de reciclaje de residuos sólidos, Ministerio del Medio Ambiente de Colombia, Decreto 2695/2000. El proceso dentro del CIRRS, comprende una serie de etapas desde el acopio inicial de los residuos en las tolvas de recepción, pasando por las etapas de descompactación, fraccionamiento, desaireación y desactivación de los residuos; en seguida, se pasa a las fases electrostáticas y electromagnéticas de selección, para continuar con fases de selección manual y de procesamiento diferenciado de los materiales a reciclar. A continuación, se muestra la zona de acopio inicial con área de descargue para vehículos de carga (Ver figura 2).”



**Figura 2.** Vista de la zona correspondiente a la etapa I del proceso de reciclaje. (Arias B. et al., 2014, 143)

En la fase de selección gruesa, según Arias B, Rivas T, & Vega S (2014) plantean que los desechos son llevados por una banda transportadora que sale de las tolvas; en este punto los operarios realizan la actividad de selección e identificación de grupos de desechos y principalmente la clasificación divididos de la siguiente forma: material orgánico, metálicos, vidrios, materiales de desechos de construcción, plásticos, maderables, papel, cartón, residuos especiales (hospitalarios y no reciclables en general). Se realiza un diseño gráfico de las fases de procesamiento y de selección preliminar de los materiales residuales, así como los puntos de selección, donde se tendrá personal de la región cercana al CIRRS (Figura 3).



**Figura 3.** Vista general del sistema de bandas transportadoras para la selección de materiales (Arias B. et al., 2014, 144)

### 1.2.3 Fundamentos metodológicos

Las nuevas tecnologías, el crecimiento global, impulso económico y la cultura del consumo en el mundo actual implica una gran producción de residuos sólidos, La contaminación generada por la acumulación de residuos sólidos está presente en cada una de las poblaciones del planeta, motivo por el cual se transforma en un grave problema ambiental sino se tiene la infraestructura apropiada para su gestión integral de esta actividad, según Zafra Mejía (2014) presentan en su trabajo de investigación el desarrollo metodológico para el diseño de la recogida de residuos sólidos urbanos con sistemas de caja fija (SCF), considerando la variación temporal en las cantidades generadas y recolectadas.

#### 1.2.3.1 Metodologías existentes- Diseño y la evaluación de la prerrecogida y recogida

**Población actual y futura :** El conocimiento de la población actual y futura se constituye en una información de extrema importancia en la gestión integral de los RSU, puesto que la generación y recolección de residuos está estrechamente relacionada con el número de habitantes, y con el

tamaño y crecimiento de las localidades, entre otros factores. La estimación de la población urbana es el aspecto principal en la definición del nivel de complejidad. Se establece que esa población debe corresponder a la proyectada al final del periodo de diseño (Zafra Mejía, 2009, 120). Dependiendo del nivel de complejidad se establecen métodos de cálculo para estimar la población futura (Tabla 1)

**Producción media de RSU :** La producción per cápita, PPC, se define como la cantidad generada de residuos por un habitante por día (Kg/[habitante\*día]). Los métodos utilizados para estimar la PPC (número de cargas, peso-volumen y balance de masas) tienen en cuenta la cantidad de residuos generados por día y el número de habitantes del área en estudio. Se han establecido valores típicos de PPC para el país (Tabla 2); estos pueden ser empleados cuando no se cuenta con la información necesaria para su determinación. (Zafra Mejía, 2009, 121)

Tabla 1. Métodos de cálculo permitidos según el nivel de complejidad del sistema (Zafra Mejía, 2009, 121)

Método	Nivel de complejidad del sistema			
	Bajo	Medio	Medio-Alto	Alto
<b>Aritmético, geométrico y exponencial</b>	x	x		
<b>Aritmético + geométrico + exponencial + otros</b>			x	x
<b>Por componentes</b>			x	x
<b>Detallar por zonas y detallar densidades</b>			x	x

Tabla 2. Valores típicos de PPC (Kg/[habitante\*día]) para municipios colombianos (Zafra Mejía, 2009, 121)

Nivel de complejidad	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Promedio
Bajo	0,3	0,75	0,45
Medio	0,3	0,95	0,45
medio-Alto	0,3	1	0,53
alto	0,44	1,1	0,79

Además de las cantidades generadas de RSU es necesario conocer su composición física, es decir, los componentes individuales que constituyen el flujo de los residuos y su distribución relativa dada normalmente como porcentaje en peso. Existen tres métodos para el estudio detallado de la composición física de la corriente de RSU. El análisis de productos residuales se basa en el análisis químico elemental de productos resultantes de un proceso de tratamiento; el de mercado (análisis pre-consumo). La producción media diaria de RSU (actual y futura) se calcula con la siguiente expresión:  $Pr = PPC * Población$ , Donde Pr representa la producción media diaria de RSU en Kg/d; PPC, la producción per cápita de RSU en Kg/[habitante\*día]; y Población, el número de habitantes actuales o futuros de la localidad en estudio. “ (Zafra Mejía, 2009, 121)

Se concluye sobre lo planteado según Zafra Mejía (2014) que el diseño de recolección de RSU por medio de la inclusión de los factores punta de generación facilita la consideración de la variación temporal en las cantidades generadas y recolectadas de residuos en una localidad, Esta consideración transitoria permite realizar diseños razonables que concuerden a las tasas máximas de generación y recolección, de tal forma que prácticamente ningún día existan residuos fuera de los puntos de presentación (contenedores).

Se constituye el soporte legal de la investigación, en esta sección se recogen las principales leyes, reglamentos y decretos que definen las políticas y estrategias para las actividades científicas, tecnológicas y de innovación en el país respecto a los residuos sólidos. Si bien la política para el manejo de residuos sólidos inicialmente estableció en la gestión integral del servicio público de aseo, la normatividad, la regulación y las inversiones se han concentrado en

fomentar la disposición final adecuada asociada al cierre de botaderos a cielo abierto y la consolidación de rellenos sanitarios regionales; por lo cual se requiere implementar estrategias para la minimización en la generación de residuos.

Según el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia (2014) la expedición de la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en 1998, recogiendo lo establecido en el Código Nacional de Recursos Naturales, Decreto-Ley 2811 de 1974, el cual establece “la necesidad de encontrar las mejores técnicas para garantizar sistemas de eliminación, tratamiento y disposición final de residuos”; soportada a su vez en la Constitución Política Nacional, en la Ley 99 de 1993 y en la Ley 142 de 1994 determinó el horizonte de la gestión en residuos; siendo uno de sus objetivos específicos promover las formas adecuadas de disposición final; bajo este marco se desarrollaron programas y normas específicas para cumplir este propósito.

Los antecedentes jurídicos del marco normativo de la gestión de residuos en Colombia, tiene su origen en el Código Sanitario Nacional - Ley 9 de 1979 y el Decreto-Ley 2811 de 1974, los cuales dividieron el tema entre la perspectivas sanitaria y las de carácter ambientales; posteriormente con la expedición de la Constitución Política de 1991 y de la Ley 99 de 1993 y de la Ley 142 de 1994 se ha establecido una amplia reglamentación que se agrupa en normas de carácter general y reglamentación específica asociada de las cual se extraen los elementos relevantes para el sector. La Constitución Política de Colombia de 1991, estableció el derecho a un medio ambiente sano como derecho colectivo, como ya se mencionó fortaleció la descentralización, promovió la participación ciudadana y dio paso a la organización empresarial en los servicios públicos; aspecto que se desarrolla en la Ley 142 de 1994; la cual estableció el ordenamiento institucional para el sector, las condiciones para la creación de operadores del servicio, los indicadores de continuidad, calidad y cobertura, así como dio paso al desarrollo del marco regulatorio. Igualmente definió el servicio público de aseo como “la recolección municipal de residuos, principalmente sólidos y las actividades complementarias de transporte, tratamiento, aprovechamiento y disposición final de tales residuos (Art. 14). (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia, 2014)

Tabla 3. Principales documentos de Política y el marco jurídico

<b>Políticas y Documentos CONPES</b>	
<p>Política para la Gestión Integral de Residuos. 1998.</p> <p>Política de Gestión Ambiental Urbana. 2008.</p> <p>Política Nacional de Producción y Consumo. 2010.</p>	
<p>CONPES 3031</p>	<p>Plan para el sector de agua potable y saneamiento básico</p>
<p>CONPES 3530</p>	<p>Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos</p>
<b>Residuos Sólidos - Generales</b>	
<p>Resolución MVCT 1045 de 2003</p>	<p>Esta resolución adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS. Se encuentra en proceso de actualización como parte del Decreto 2981 de 2013.</p>
<p>Decreto 2981 de 2013 El cual deroga los Decretos 1713 de 2002, 1140 de 2003 y 1505 de 2003 y el Capítulo I del Título IV del Decreto 605 de 1996</p>	<p>Establece el Programa para la Prestación del Servicio de Aseo y ajusta las actividades del servicio público de aseo en (1) la Recolección, (2) el Transporte, (3) el Barrido, limpieza de vías y áreas públicas, (4) Corte de césped, poda de árboles en las vías y áreas públicas, (5) Transferencia, (6) Tratamiento, (7) Aprovechamiento, (8) Disposición final, y (9) Lavado de áreas públicas.</p>
<b>Disposición Final de Residuos Sólidos</b>	

<p>Decreto 838 de 2005</p>	<p>Establece los procedimientos para la planeación, construcción y operación de los sistemas de disposición final de residuos, con tecnología de relleno sanitario, como actividad complementaria del servicio público de aseo. Estableció la relación con el ordenamiento territorial para definir las áreas factibles para la ubicación de rellenos sanitarios, los criterios, metodología y restricciones específicos para identificar y evaluar dichas áreas; así como determina los instrumentos de control y monitoreo técnicos para la operación de los rellenos sanitarios.</p>
<p>Resolución 1390 de 2005. Resoluciones 1684 de 2008, 1822 de 2009, 1529 de 2010. Resolución 1890 de 2011</p>	<p>Establece directrices y pautas para el cierre, clausura y restauración o transformación técnica a rellenos sanitarios y se fortalecen medidas de control sobre formas inadecuadas de disposición final.</p>
<p>Decreto 2436 de 2008</p>	<p>Promueve la regionalización de los rellenos sanitarios y determinó que las autoridades ambientales, las personas prestadoras del servicio público de aseo y de la actividad complementaria de disposición final de residuos sólidos o las entidades territoriales, según el caso, no podrán imponer restricciones injustificadas para el acceso a los rellenos sanitarios y/o estaciones de transferencia de residuos sólidos</p>

**Fuente :** (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia, 2014)

Desafíos para el sector de residuos sólidos en Colombia a pesar de los progresos identificados en la mayor parte del país, los desafíos actuales del sector están representados en los siguientes aspectos, de acuerdo al Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia (2014), Si bien la política para el manejo de residuos sólidos de 1998, se fundamentó en la gestión integral del servicio público de aseo, la normatividad, la regulación y las inversiones se han concentrado en fomentar la disposición final adecuada asociada al cierre de botaderos a cielo abierto y la consolidación de rellenos sanitarios regionales; lo que hace necesario desarrollar estrategias para incorporar temas rezagados en el marco de la gestión integral de residuos como el reciclaje y la efectiva minimización en la generación de residuos.

## 2. Identificación

### 2.1 Justificación

Los residuos sólidos se presentan como uno de los problemas con más implicaciones ambientales en la actualidad con distintos impactos a nivel global y local. El gestionar los residuos sólidos, demanda más procedimientos adicionales a su disposición; a su vez requiere examinar todas las variables posibles de forma que se pueda visualizar claramente el embrollo que involucran los desafíos ambientales en la actualidad. Cuando la población humana era poca y en su mayoría los residuos eran orgánicos no se generaba un impacto que llamara la atención, al aumentar la población humana y la falta de cultura, se generaron enormes volúmenes de basuras en las zonas comunes, mares y entre otros, lo cual ha estado enfermando en el ecosistema y dificultando su recuperación.

Este proyecto de inversión su principal enfoque está en el control y aprovechamiento de los residuos plásticos en la Ciudad de Cartagena, sin embargo estos no son clasificados como residuos peligrosos, pero sí generan un gran impacto negativo ambiental; podríamos decir que el plástico es uno de los materiales de mayor abundancia en nuestro mundo, y el consumo masivo de este ya es de gran preocupación principalmente por su incapacidad de degradación rápida, todo esto se traduce en dificultades de reincorporación al ciclo natural y afectaciones al ecosistema en el que se encuentre; en nuestro caso el mayor impacto se da en la vida marina y las zonas comunes.

Los Desechos Sólidos Plásticos-Plastic Solid Waste (PSW) presentan desafíos y oportunidades para las sociedades, independientemente de su conciencia de la sostenibilidad y los avances tecnológicos. En Colombia, el número de toneladas de residuos sólidos asciende a 11.7 de los cuales aproximadamente 2 son recicladas y reutilizadas (cartón, papel, chatarra y plástico), lo cual nos deja casi 8 millones de toneladas que deben ser dispuesta responsablemente por los

métodos regulados por los entes gubernamentales, que siendo “ambientalmente responsables”, impactan de manera negativa al medio ambiente; el problema radica en varios aspectos, el primero es el consumo realizado por los humanos y que han sido envasados en materiales plásticos, la cuestión cultural en los hogares colombianos, que en muy pocos de ellos los desechos son separados y clasificados para tener un mejor control de los mismos en su aprovechamiento, soluciones innovadoras económicas, donde podemos encontrar los Bioplásticos o plásticos biodegradables. (Castañeda Ramírez & Miranda Pérez, 2018, 2)

El enfoque principal del presente proyecto de inversión es la organización de la actividad de aprovechamiento a su vez la gestión integral de los residuos sólidos en la ciudad de cartagena, por medio de la construcción de una Estación de Clasificación y Aprovechamiento - ECA de residuos sólidos, brindado una herramienta para que dicha población ejerza la prestación del servicio público de aseo en la actividad de aprovechamiento en un espacio digno y conforme a la normativa vigente. Estas son grandes oportunidades para minimizar la contaminación por residuos sólidos, ya que en Colombia no se aprovecha de manera óptima dichas materias primas ( Plástico) para la fabricación de otros elementos o extender la vida útil de productos hechos con plástico.

### **2.1.1 Contribución a la política pública**

#### *2.1.1.1. Contribución al Plan Nacional de Desarrollo*

El aporte a la gestión ambiental en el Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022, PACTO POR LA SOSTENIBILIDAD, tiene como objetivo Implementar estrategias e instrumentos económicos para promover la sostenibilidad empresarial y economía circular. A partir de estas actividades se da: impulso a mercados verdes y la conservación de zonas estratégicas a nivel ambiental en el país; promoción del uso de energías renovables, disminución de la presión y demanda de recursos naturales, apertura de nuevos mercados internacionales a productos sostenibles, contribución al ordenamiento territorial de los municipios, distritos y departamentos, fortalecimiento del conocimiento de la gestión del riesgo y medidas de adaptación al cambio

climático por la toma de decisiones asociadas y cambio en los patrones de consumo, entre otros aspectos . (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, Gobierno nacional de Colombia, 2019)

El Pacto por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo enmarcado en el *Plan Nacional de Desarrollo (2018-2022): “Pacto por Colombia, pacto por la equidad”*, Una economía productiva, eficiente y sostenible también requiere de esquemas de economía circular que permitan Repensar, Reutilizar, Reparar, Restaurar, Remanufacturar, Reducir, Reproponer, Reciclar y Recuperar los residuos. Para esto, el país ha iniciado el proceso de transición a la economía circular, con la que se busca reducir la intensidad en el uso de materiales (que es 2,8 veces mayor que el promedio de la OCDE) y aprovechar las oportunidades para incrementar el reciclaje y reutilización de los mismos. **(DNP, Gobierno de Colombia, 2019)**

Tabla 4. *Contribución a la política pública nacional*

<b>Objetivos de desarrollo sostenible</b>		<b>Plan de desarrollo nacional PACTO POR COLOMBIA, PACTO POR LA EQUIDAD</b>		
<b>Objetivo de desarrollo sostenible a impactar</b>	<b>Programa</b>	<b>Línea estratégica</b>	<b>Componente</b>	<b>Proyecto</b>
Mejorar la capacidad de los hogares para acceder de forma física y económicamente estable a alimentos, a través	Consumo Sostenible, Gestión Integral de Residuos Sólidos	Agua limpia y saneamiento básico adecuado: hacia una gestión responsable, sostenible y equitativa	Adelantar acciones que garanticen la gobernanza comunitaria y la sostenibilidad de las	Pacto por la calidad y eficiencia de servicios públicos: agua y energía para promover la competitividad y

<p>de herramientas y mecanismos para su producción o adquisición, acceso al mercado y generación de ingresos</p>			<p>soluciones adecuadas de agua potable, manejo de aguas residuales y residuos sólidos para incrementar la cobertura, continuidad y la calidad del servicio en zonas rurales y las ZEPES</p>	<p>el bienestar de todos</p>
<p>Acelerar la economía circular como base para la reducción, reutilización y reciclaje de residuos</p>	<p>Por definir</p>	<p>Aumento del aprovechamiento, reciclaje y tratamiento de residuos</p>	<p>MinVivienda establecerá los lineamientos en el RAS para el aprovechamiento de biosólidos y biogás generados en el tratamiento de aguas residuales municipales; y con el apoyo de la UPME,</p>	<p>Pacto por la sostenibilidad: producir conservando y conservar produciendo</p>

			promoverá su implementación	
--	--	--	--------------------------------	--

Fuente: Autoría propia

2.1.1.2 Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial

El plan de desarrollo Bolívar primero 2020-2023 contempla implementar condiciones de salubridad y limpieza en los municipios que componen su Departamento complementando esta acción con proyectos de manejo integral de residuos sólidos que privilegien y promuevan procesos masivos de reciclaje y emprendimiento económico. De esta manera se avanza en conservación ambiental y uso sostenible del territorio que tiene como objetivo implementar un plan de manejo integral de residuos sólidos que permita avanzar en el aprovechamiento de estos recursos.

Tabla 5. Contribución a la política pública departamental

Plan de desarrollo departamental” Bolívar primero”2020-2023		
Línea estratégica	Componente	Proyecto
Bienestar-Medio ambiente	Aprovechamiento sostenible, protección, recuperación ambiental y mantenimiento de los ecosistemas y recursos naturales del departamento	Construcción de plantas para el manejo de residuos sólidos en Arenal y Simití (Gobernación de Bolívar, 2019, 19)

Fuente: Autoría propia

2.1.1.3 Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

Tabla 6. Contribución a la política pública Municipal

<b>Plan de desarrollo Municipal 2020/2023 Salvemos juntos a Cartagena</b>		
<b>Línea estratégica</b>	<b>Componente</b>	<b>Proyecto</b>
Servicios públicos básicos del distrito de cartagena de indias: “todos con todo” (Alcaldía de Cartagena, 2020)	Este programa se fundamenta en el contexto de las normas establecidas para ello, con especial énfasis en la resolución 754 de 2014 sobre la metodología y formulación del PGIRS. Asimismo, se tienen en cuenta los aspectos de línea base contemplada en el PGIRS actual 2016-2027, y otros documentos.	Programa Gestión Integral De Residuos Sólidos "Cultura ciudadana para el reciclaje inclusivo y la economía circular"

Fuente: Autoría propia

2.2. Problemática

**2.2.1. Identificación y descripción del problema**

*2.2.1.1 Problema Central*

La gestión de los residuos sólidos urbanos en la ciudad de Cartagena compone hoy el mayor problema ambiental, económico y social a nivel internacional, especialmente porque el volumen de residuos crece con mayor rapidez que la población mundial. La inadecuada disposición y el desaprovechamiento de los residuos sólidos crea deterioro en el ambiente; es importante tener en cuenta que uno de los grandes impactos es la contaminación de fuentes hídricas, tanto superficiales como subterráneas, todo esto debido al vertimiento de basuras en ríos, y otras fuentes hídricas, también la descarga del líquido percolado, producto de la descomposición de los desechos en los botaderos a cielo abierto, la descarga de basuras a las fuentes hídricas, aumenta la carga orgánica que disminuye el oxígeno disuelto, provoca la muerte de peces,

aumento en la generación de malos olores y deteriora la belleza natural de este recurso y de su entorno .

¿Qué estrategias podríamos utilizar para mitigar el impacto generado por los residuos sólidos al medio ambiente en la ciudad de Cartagena de Indias Distrito Turístico y Cultural?

#### *2.2.1.2 Descripción de la situación existente con relación al problema*

De acuerdo a estudios realizados a nivel nacional, en Colombia la producción de residuos es consecuencia de las actividades económicas y del diario vivir de la población. En Colombia (2017) se generan diariamente cerca de 30.081 toneladas de residuos sólidos ordinarios, de las cuales, el 53% (15.943 toneladas) se producen en las cuatro grandes ciudades capitales de Antioquia, Valle del Cauca, Atlántico y el Distrito Capital, lo cual evidencia un problema netamente urbano. De la alta generación de residuos urbanos, según el Informe de Seguimiento Gestión de los Residuos Sólidos en Colombia de la Procuraduría general de la nación de Colombia , El sistema de disposición final predominante en el país es el relleno sanitario, atendiendo el 78% de los municipios del país y el 97% de las toneladas de residuos provenientes del servicio público domiciliario de aseo de Colombia. **(DNP-Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2018)**

Los residuos sólidos y el espacio público en Cartagena está distribuido de la siguiente manera “ espacio público es de 1.044.153 mt<sup>2</sup> de zonas verdes, 119.342 mt<sup>2</sup> de plazas y plazoletas, 559.740 mt<sup>2</sup> de parques y paseos peatonales, 383.325 mt<sup>2</sup> de playa, es importante aclarar que se tiene 7,58 mt<sup>2</sup> de espacio público urbano por habitante, teniendo en cuenta que la opinión pública define que la ciudad se ve más bonita/ las calles son bonitas 25%, han mejorado el estado de los andenes/ vías públicas 23%, adicionalmente podemos evidenciar en el diagnóstico cómo

se comportan los cartageneros frente al cuidado y respeto en el uso de los espacios públicos 58% mal, 38% regular y 4% bien, y la comunidad presenta una Satisfacción con el reciclaje de los residuos sólidos 52% insatisfechos, 41% regular, y un 7% satisfechos”. (Alcaldía de Cartagena, 2016, 2-5)

Distribución de espacio público en la ciudad de cartagena

*2.2.1.3 Magnitud actual del problema – Indicadores de referencia (línea base)*

Para Cartagena según el Informe de Calidad de Vida de Cartagena Como Vamos, la producción de residuos sólidos ascendía a 484.282 toneladas para el 2018, teniendo 40.357 toneladas por mes. Lo que indica que “la producción de kilogramos de residuos sólidos por persona sigue aumentado sostenidamente. Es preocupante el impacto de este aumento por la reducción de los años de vida útil del relleno sanitario” (Alcaldía de Cartagena, 2019, 82) . A partir de lo anterior es importante mencionar que es necesaria y muy urgente la implementación del Plan de gestión integral de residuos sólidos – PGIRS en la ciudad de Cartagena, pues a la fecha, a pesar de existir el instrumento, la implementación de la misma no ha tenido el impacto esperado, pues hoy, no hay mediciones de toneladas de residuos que pudieran ser aprovechables, es decir, no existe una caracterización de residuos sólidos de Cartagena y no se tiene conocimiento práctico de que cantidad de los residuos son aprovechables

Tabla 7. Línea Base

<b>RESIDUOS SOLIDOS</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>
Toneladas producidas al año	352.284	378.984	406.417	436.259	462.177	484.282
Kg diarios producidos por persona	1,00	1,08	1,12	1,21	1,24	1,28

Fuente : Pacaribe y veolia, elaboración cartagena cómo vamos (Alcaldía de Cartagena, 2019, 81)

En la actualidad la ciudad de Cartagena de Indias, ha presentado deficiencias en el manejo integral de los residuos sólidos, La disposición final de Residuos Sólidos cuesta dinero, y en el Distrito de Cartagena de Indias actualmente por persona se produce 1,4 kg de basura diariamente

(Alcaldía de Cartagena, 2019, 81), de acuerdo a los reportes del DANE la ciudad de cartagena presenta una población de aproximadamente 1.028.736 personas a 2020 (DANE, 2020, 2) lo cual se traduce en una disposición diariamente 1.440 toneladas aproximadamente de basura. Si esto se revisará a detalle la basura presenta un porcentaje considerable de componentes que pueden recuperarse, sin embargo, en el relleno sanitario se entierra o se dispone energía y componentes de gran valor económico.

Lo que se quiere lograr con el presente Proyecto de Acuerdo, es disminuir de manera considerable la generación de residuos plásticos de un solo uso en las diferentes entidades del Distrito de Cartagena, para ser ejemplo en la progresiva transformación de comportamientos y promover un consumo responsable, recordemos que cartagena es una ciudad rodeada por el mar caribe y posee cuerpos de agua internos los cuales cada día más se ven afectados por la disposición de residuos, los cuales afectan negativamente el ambiente y la salud.

Tabla 8. *Indicadores línea base*

INDICADOR (LÍNEA BASE)	%	DESCRIPCIÓN E IMPACTO DE LA PROBLEMÁTICA	CAUSAS Y CONSECUENCIAS	ACCIONES RESOLUTIVAS
COBERTURA DE SERVICIO DE ASEO	44%	La poca cobertura del servicio de aseo genera la proliferación de botaderos satélites y botaderos a cielo abierto ilegales	Como consecuencia las comunidades rurales del Departamento viven en un alto estado de insalubridad generada por la aparición de vectores de enfermedades producto del pésimo tratamiento de los residuos	Mejorar el funcionamiento de las empresas prestadoras del servicio e implementar estrategias de recolección y tratamiento integral de residuos sólidos promoviendo el reciclaje, la reducción y el reúso.

<p>PORCENTAJE DE RESIDUOS SÓLIDOS APROVECHADOS</p>	<p>0%</p>	<p>Contaminación de entornos urbanos y rurales generando contaminación de cuerpos de agua y vectores de enfermedades</p>	<p>Falta de cultura de reciclaje e inoperancia de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos del municipio de cartagena</p>	<p>Formulación e implementación de Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, construcción de rellenos sanitarios regionales y erradicación de basurales a cielo abierto y satélites</p>
--	-----------	--	---	---

Fuente : Elaboración propia

*2.2.1.4 Causas directas e indirectas que generan el problema*

La Gestión Integral de Residuos Sólidos son las actividades asociadas con el manejo de los diversos flujos de residuos en nuestra sociedad; su prioridad es la administración de los residuos de tal manera que coexista consecuentemente con la preocupación ambiental y la salud pública. Al realizar un diagnóstico podemos evidenciar problemas como niveles mínimos de cobertura, uso de equipos y logística inadecuados, ausencia del servicio de aseo en centros urbanos menores y zonas periféricas, Deficiente educación sobre el reciclaje, cobro del servicio como impuesto y no como tarifa, entre otros. Es importante resaltar que en Colombia no se utilizaba un sistema de disposición final controlado, pero sí tenía presencia importante de las actividades de recuperación de componentes con gran mercado

- Para el manejo apropiado de residuos sólidos, no se tiene una política pública.
- La comunidad no conoce la manera correcta de reciclar.
- No se estimula a la comunidad para la adecuada separación de residuos sólidos.
- Disminución en la vida útil de los rellenos sanitarios.

- No cuenta con la infraestructura adecuada para desarrollar el aprovechamiento de residuos sólidos.
- Deficiencia en la logística de recolección de residuos en la ciudad por lo que no se tienen rutas selectivas de recolección de los residuos.
- No existen campañas de menos generación de residuos.
- No hay programas de sensibilización y capacitación en temas de reciclaje
- No se cuenta con vehículos apropiados para realizar la recolección de residuos sólidos.

*2.2.1.5 Efectos directos e indirectos generados por el problema*

Los efectos del problema central se derivan de los residuos sólidos que se generan en las zonas públicas las cuales efectúan un deterioro estético y desvalorización a estos lugares, adicionalmente causando una contaminación y deterioro al paisaje por abandono y acumulación de basuras. La descomposición de basuras genera malos olores y esto ahuyenta a los turistas, adicionalmente si son quemadas los humos producen contaminación que afecta directamente la salud. El Departamento Nacional de Planeación (DPN) señala que para el 2021 los rellenos sanitarios de 231 municipios “colapsarán”, lo que supondría un gran daño ambiental en municipios como Bucaramanga, Armenia, Manizales y Neiva. El DNP llama la atención sobre la “falta de estrategia de los entes territoriales para buscar una solución de largo plazo a la disposición final de residuos sólidos

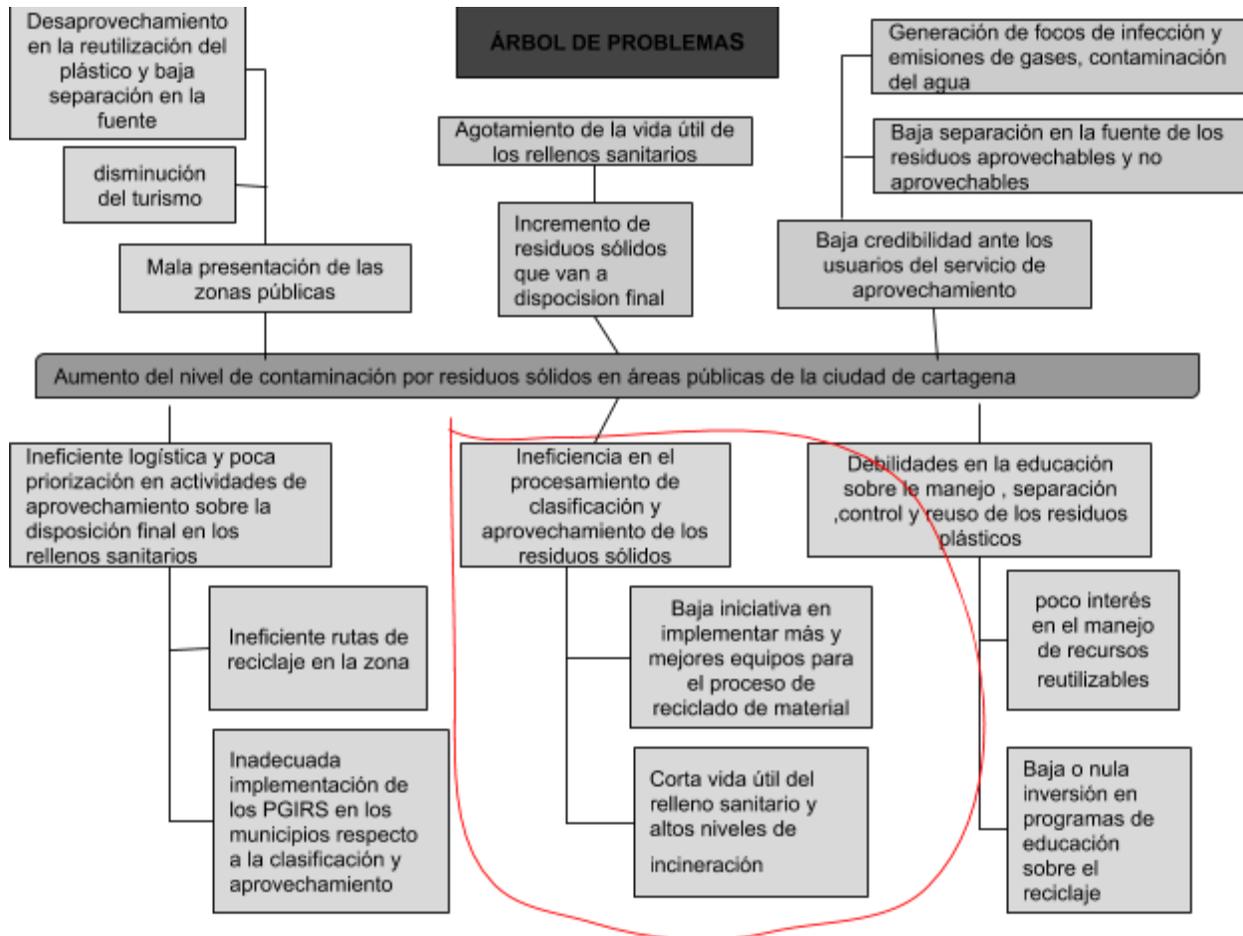
Efectos directos :

- Mala presentación de las zonas públicas.
- Incremento de residuos sólidos que van a disposición final.
- Baja credibilidad ante los usuarios del servicio de aprovechamiento.

Efectos indirectos :

- Disminución del turismo
- Agotamiento de la vida útil de los rellenos sanitarios
- Baja separación en la fuente de los residuos aprovechables y no aprovechables, Generación de focos de infección y emisiones de gases, contaminación del agua
- Generación de focos de infección y emisiones de gases, contaminación del agua

2.3 Diagrama de Árbol de Problemas



 **Causa que busca resolver este proyecto**

Figura 4. Árbol de problemas

2.4 Participantes

2.4.1 Identificación de los participantes

Tabla 9. Identificación de involucrados

Actor	Entidad	Posición	Intereses o Expectativas	Contribución o Gestión
Municipal	Cartagena-Bolívar	Cooperante	Coopera debido a que es la entidad de vigilancia en que se ejecuten y construyan las obras de acuerdo a los lineamientos establecidos técnica y administrativamente	La ciudad está preparada para prestar apoyo en caso de que la entidad ejecutora requiera algún tipo de información para que el proyecto se ejecute e implemente exitosamente
Municipal	Cartagena-Bolívar	Beneficiario	Mejorar las condiciones de salud de la población y medio ambiente (Océanos, suelos, áreas públicas, etc)	Capacitación de personal municipal y construcción de ECA
Departamental	Bolívar-Dirección de educación	Cooperante	Desarrollo integral de educación	Programas de sensibilización ambiental, en clasificación, disposición y manejo de residuos sólidos
Otro	Pacaribe S.A E.SP	Cooperante	Aportar para que la ciudad de Cartagena se ejecuten los proyectos que	La entidad dispondrá de recursos financieros,

			conlleven a la población a una ciudad limpia en océanos, áreas públicas y suelos	logísticos, técnicos y humanos para que el proyecto se efectúe de manera exitosa
--	--	--	--	--

Fuente: Autoría propia

- **Beneficiario:** Son aquellos individuos u organizaciones que recibirán directa o indirectamente los beneficios de la intervención que se proponga realizar a través del proyecto.
- **Cooperante:** Todas aquellas personas o entidades que pueden vincularse aportando recursos de diferente tipo, ya sea en dinero o en especie para el desarrollo de dichas intervenciones.
- **Oponente:** Aquellas personas, grupos de individuos u organizaciones que, dado el inconformismo frente a las posibles intervenciones del proyecto, pueden llegar a obstaculizar el logro de los objetivos previstos.
- **Perjudicado.** Personas, grupos de individuos u organizaciones que podrían llegar a disminuir su calidad de vida o bienestar como consecuencia del proyecto.

#### 2.4.2 Análisis de los participantes

En el marco del proyecto “Lineamientos para la Separación en la Fuente de los Residuos Sólidos producidos por el Sector Residencial (Estratos 4, 5 y 6) de la ciudad de Cartagena de Indias D. T. y C.” se facilitó un proceso de concertación de los intereses con respecto a la GIRS de los diversos actores y grupos de interés de la ciudad. Creando un espacio de participación amplia, activa y bien enfocada de estos actores para producir una imagen colectiva de la situación actual (diagnóstico) de la GIRS en Cartagena; una imagen deseada (metas) y medios para solucionar los problemas (estrategias). (Briganti Fernández et al., 2003)

Se puede evidenciar que la situación de los Residuos Sólidos en la ciudad de Cartagena se hallan diversos actores a los que hemos identificado como primordiales involucrados, como lo son la municipalidad; poblaciones de las comunas; organismos del estado, escuelas y universidades, otros.

Estos involucrados los podemos clasificar de la siguiente manera la demanda, estos son los habitantes de la ciudad en estudio y se identificó la cantidad de población existente para instaurar la demanda de residuos sólidos actual, adicionalmente se quiere desarrollar la implementación de la educación integral de medioambiente y reciclaje de residuos sólidos; otra parte importante es la alcaldía de Cartagena, ya que es la encargada de administrar el aseo en sus jurisdicciones, de manera privativa como lo establece la Ley de Municipalidades y que a su vez son los encargados de contratar, dependiendo de cada administración, los servicios de Empresas Privadas para realizar el manejo, recolección, tratamiento y la disposición final de los RS.

Desde el punto de vista gubernamental la secretaría de salud es la que trata los temas de salud pública y que antes el Ministerio del Medio Ambiente es el representante de establecer las normativas referentes a los estándares de calidad medioambiental.

Los otros involucrados son los empresarios, el sector hotelero, el sector de la educación, los podríamos llamar actores independientes, Empresas subcontratadas de los Servicios y que se despliegan como actores económicos en la región, podríamos concluir que los dos tipos aplican tanto como para la oferta y la demanda respecto a los residuos sólidos.

**2.5 Población**

**2.5.1 Población afectada por el problema**

Esta población es el total de las personas que se ven afectadas por la problemática a analizar, es el marco del cual se focalizará la población objetivo.

Tabla 10. *Población de cartagena*

<b>TIPO DE POBLACIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>LOCALIZACIÓN</b>
Personas	1.028.736	<b>Región:</b> Caribe, <b>Departamento :</b> Bolivar , <b>Municipio :</b> Cartagena <b>Área de Localización :</b> Urbano

Fuente : El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane) certificó en 1'028.736 el número de habitantes de Cartagena de Indias en el presente año 2020, y también la población del Distrito para el presente 2020. (DANE, 2020)

**2.5.2 Población objetivo de la intervención**

Se determina que la intervención focalizará los esfuerzos y recursos disponibles en la población anteriormente presentada según criterios de selección de beneficiarios.

Tabla 11. *Población objetivo*

<b>Actor</b>	<b>Entidad</b>	<b>Posición</b>	<b>Intereses o Expectativas</b>	<b>Contribución o Gestión</b>
Municipal	Cartagena-Bolívar	Beneficiario	Mejorar las condiciones de salud de la población y medio ambiente (Océanos, suelos, áreas públicas, etc)	Capacitación de personal municipal y construcción de ECA

Fuente: Autoría propia

**2.5.3. Características demográficas de la población objetivo**

Se presenta una caracterización de las diferentes categorías de acuerdo con los grupos etarios (basados en la edad), así como distribución entre hombres y mujeres.

Tabla 12. Población ocupada, según sexo, grupo étnico y rangos de edad

<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>DETALLE</b>	<b>NÚMERO DE PERSONAS</b>	<b>FUENTE DE INFORMACION</b>
<b>Etaria (Edad)</b>	0 a los 14 Años	254719	DANE 2020
<b>Etaria (Edad)</b>	15 a los 19 Años	87807	DANE 2020
<b>Etaria (Edad)</b>	20 a los 59 Años	564163	DANE 2020
<b>Etaria (Edad)</b>	Mayor de 60 Años	122047	DANE 2020
<b>Grupo Étnico</b>	Poblacion Indígena	188	DANE 2018 CNPV 2018 -ECV- 2018
<b>Grupo Étnico</b>	Población Raizal	31	DANE 2018 CNPV 2018 -ECV- 2018
<b>Grupo Étnico</b>	Población NARP	8513	DANE 2018 CNPV 2018 -ECV- 2018
<b>Género</b>	Maculino	495069	DANE 2020
<b>Género</b>	Femenino	533667	DANE 2020
<b>Población Vulnerable</b>	Desplazados	1590	DANE 2020

Fuente: (DANE, 2020)

El organismo estatal de estadística proyecta que en 2021 Cartagena tendrá 1'043.926 de habitantes; en 2022 serán 1'055.035; y para 2023 calcula que serán 1'065.570 personas viviendo en esta ciudad y su zona rural e insular. En un cuadro estadístico que hace parte del contenido del oficio remitido por el Dane a Dau, el cual complementa la información revelada, se observa que el registro oficial de población en Cartagena en 2018 era de 973.045 habitantes, es decir, la proyección no llegaba al millón de ciudadanos, y ese salto lo dio el pasado año 2019, la proyección oficial fue de 1'003.685 personas (DANE, 2020).

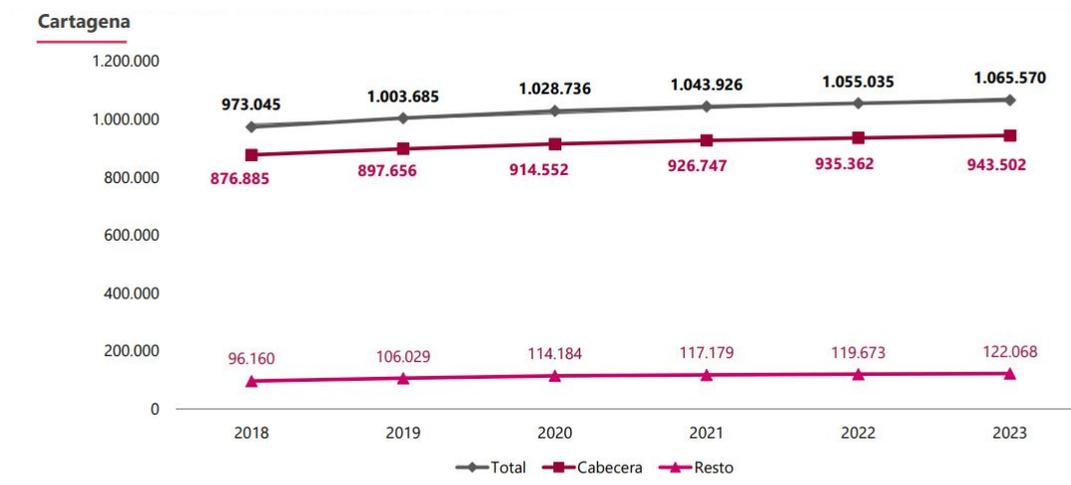


Figura 5 : Proyecciones de Población 2018 - 2023

Fuente: DANE – CNPV 2018 – CG 2005

**Migración :** Concentración de la población que hace 12 meses y 5 años vivía en Venezuela En 2019, en el total nacional la población que hace 12 meses vivía en Venezuela fue 767.557 personas y la población que hace 5 años vivía en Venezuela fue 1.931.978 personas. Por su parte, la población residente en Cartagena que hace 12 meses y 5 años vivía en Venezuela fue 14.912 y 54.837 personas respectivamente. (DANE, 2020)

2.6. Objetivos

2.6.1. Objetivo general e indicadores de seguimiento

Minimizar el nivel de contaminación por residuos sólidos en áreas públicas de la ciudad de Cartagena

Tabla 13 Indicador de resultado

<b>Producto</b>	Servicios de valorización de residuos sólidos
<b>Descripción</b>	Servicio prestado para la recuperación y tratamiento de los residuos sólidos con el fin de obtener de ellos nuevos productos u otros rendimientos útiles.

<b>Medido a través de</b>	Porcentaje de residuos
<b>Meta</b>	8 %
<b>Indicador</b>	Residuos aprovechados
<b>Unidad de medida</b>	Toneladas de residuos aprovechadas/ Toneladas de residuos producidas

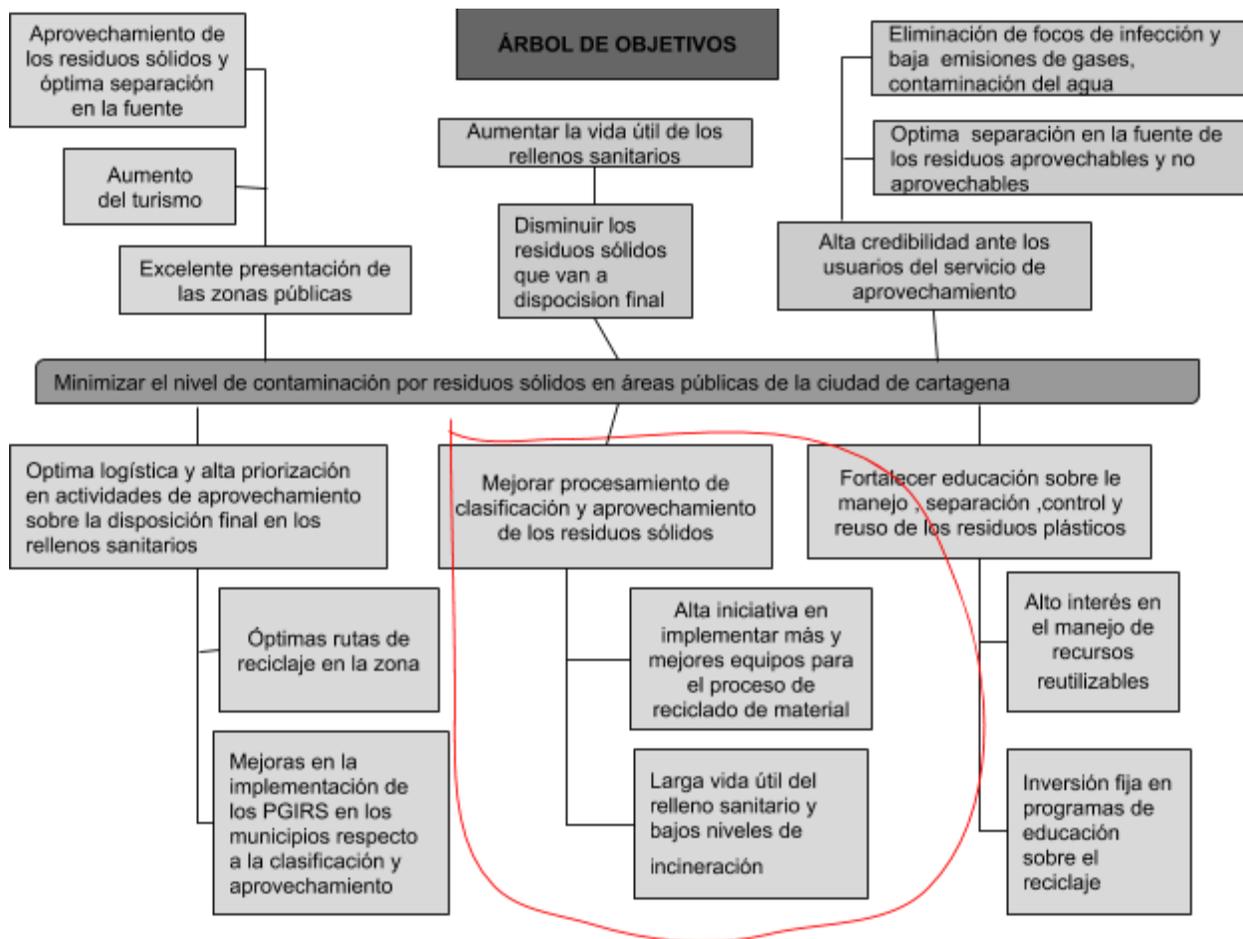
### 2.6.2 Objetivo específico

Mejorar procesamiento en clasificación y aprovechamiento de los residuos sólidos

Tabla 14 Indicador de catálogo de productos en la MGA

<b>Sector</b>	40
<b>Nombre sector</b>	VIVIENDA, CIUDAD Y TERRITORIO
<b>Código programa</b>	4003
<b>Programa</b>	Acceso de la población a los servicios de agua potable y saneamiento básico
<b>Código Producto</b>	4003031
<b>Producto</b>	Estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos construida
<b>Descripción</b>	No disponible
<b>Medido a través de</b>	Número de estaciones
<b>código del indicador</b>	400303100
<b>Indicador de producto</b>	Estaciones de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos construidas
<b>Unidad de medida</b>	Número
<b>Indicador principal</b>	SI
<b>Indicador de uso Nación</b>	SI
<b>Indicador de Uso Territorio</b>	SI

2.7. Diagrama del árbol de objetivos (soluciones)



**Objetivos del presente proyecto**

Figura 6. Árbol de objetivos

2.8. Alternativas de solución:

A continuación se presenta la matriz para selección de alternativas de solución, de donde se selecciona la alternativa más viable de acuerdo a la evaluación realizada, y luego se pasa a preparación.

Tabla 15 : Identificando alternativas que pueden ser estrategias de proyecto.

<b>Alternativas de solución</b>	<b>Acciones</b>	<b>MEDIOS</b>
<p>1.Mejorar procesamiento en clasificación y aprovechamiento de los residuos sólidos</p>	<p>A. Elaborar manual de reglas y propuesta de incentivos, beneficios, recompensas y sanciones</p>	<p>Los sistemas de incentivos se encuentran entre los procesos de apoyo más importantes para fortalecer las conexiones estructurales a través de la organización, puesto que son un instrumento para motivar e igualmente el de sanciones para dar buen ejemplo, así regular.</p>
	<p>B. Adquirir conocimientos técnicos de tipos de plástico y procesos según su facilidad de reciclaje</p>	<p>Gestión del conocimiento , aplicación y procesamiento: tipos(Termoplásticos, termofijos y elastómeros), procesos (trituración, lavados, granceado) etc.</p>
	<p>C. Comprender impactos de la mezclas de material reciclado con materia prima original en productos terminados</p>	<p>Formulación y Aseguramiento: Calidad del producto y usos de reutilización de la materia prima y ahorros en la energía</p>

	<p>D. Aprender técnicas de mezclado</p>	<p>Aplicación de alto grado de conocimiento de técnicas de reciclado y mezcla de material plástico para incluirlo en el producto terminado</p>
	<p>E. Construcción de ECA</p>	<p>Estación de clasificación y aprovechamiento</p>
<p>2. Óptima logística y alta priorización en actividades de aprovechamiento sobre la disposición final en los rellenos sanitarios</p>	<p>A. Adecuar rutas según tipo de reciclaje del material plástico ( químico o mecánico)</p>	<p>Separación y clasificación de los residuos previo a su proceso de transformación</p>
	<p>B. Implementar rutas utilizando vehículos recolectores en puntos ecológicos de reciclaje por operadores de la planta de transformación de plástico</p>	<p>Definición y reglamentación de rutas</p>
	<p>C. Adecuar puntos de intercambio ( material plástico por dinero)</p>	<p>Generación de conciencia en la comunidad, logrando así facilitación de la clasificación antes del lavado, compactado y almacenado del material reciclado</p>

	D. Construir centro de alistamiento	Proceso de separación, tratamiento, clasificación y transformación de material reciclado para uso como materia prima de productos plásticos terminados de alta calidad
3.Fortalecer educación sobre el manejo, separación, control y reuso de los residuos plásticos	A. Ejecutar planes de sensibilización y capacitación	Gerencia estratégica : A las personas en diferentes lugares y por diferentes medios, En la planta de producción, Internet, publicaciones y documentos impresos, anuncios publicitarios y vídeos difundidos por organismos estatales, las relaciones con la prensa, el portavoz de la campaña, la organización de actos y eventos sociales

Fuente : Autoría propia

Tabla 16: Definiendo criterios pertinentes para escoger estrategias a utilizar

Criterio	Definición
<b>RECURSOS DISPONIBLES</b>	Incluyen todo lo que se necesita para completar el proyecto : entre estos, Personas, Equipos, instalaciones y materiales , etc.

<p><b>FACTIBILIDAD POLÍTICA</b></p>	<p>Se refiere a que el proyecto propuesto debe respetar los acuerdos, convenios y reglamentos internos , decretos, industrial o algún otro relacionado con el ámbito del proyecto, y está concatenado con el PND, plan de desarrollo departamental o municipal.</p>
<p><b>COSTO-BENEFICIO</b></p>	<p>Lo utilizamos para estimar la rentabilidad social de un PIP( Proyecto de inversión social) comparando los beneficios sociales con los costos sociales. Se utiliza siempre que los beneficios sociales puedan valorizarse o expresarse en valores monetarios. Los indicadores de rentabilidad social (VANS y TIRS)</p>
<p><b>RIESGO SOCIALES</b></p>	<p>Se encuentra relacionado con la inminencia, la contigüidad o la cercanía de un daño potencial. Se entiende por riesgo social a la posibilidad de que una persona sufra un daño que tiene su origen en una causa social</p>
<p><b>SOSTENIBILIDAD</b></p>	<p>Garantiza que los objetivos e impactos positivos en el proyecto de desarrollo perduran de forma duradera después de la fecha de su conclusión.</p>

Tabla 17: Aplicando filtros sobre las alternativas escogidas inicialmente

Evalúe según la siguiente escala				
Sin Impacto	Impacto Bajo	Indiferente	Adecuado	Alto impacto
1	3	5	7	9

<i>Peso de cada Impacto en cada solución. Se elige la de mayor impacto valor entre 0 y 100. Debe sumar 100%</i>						
Peso	20%	30	15	20	15	
Soluciones	Factibilidad política	Costo-beneficio	Riesgos sociales	Recursos disponibles	Sostenibilidad	Evaluación
<b>Alternativa 1</b>  Mejora del procesamiento en clasificación y aprovechamiento de los residuos sólidos	7	9	9	7	9	8.2
Alternativa 2  Optimizar el conocimiento de técnicas de reciclado de material plástico y no reuso del material reciclable	5	5	5	9	9	6.4
Alternativa 3	3	5	3	7	9	5

Fortalecer educación sobre el manejo, separación, control y reuso de los residuos plásticos						
<b>SELECCIÓN (Alternativa 1)</b>						<b>8.2</b>

Fuente : Autoría propia

### 3. Preparación

#### 3.1 Estudio de necesidades

A continuación se presenta la descripción y cuantificación del “Déficit” que suplirá el proyecto, en esta tabla se evidencia una serie histórica.

Tabla 18 : Estudio de Mercado

Bien o servicio	Medido a través de	Descripción	Inicio de historia	Final de historia	Último año
Servicios de valoración y clasificación de los residuos sólidos	Tonelada de residuos valorizables demandados / Toneladas de residuos valorizados producidos	Instalaciones y fuerza laboral técnico y operativo calificado para el aprovechamiento de los residuos	2013	2018	2023
(Toneladas producidas al año)					
AÑO	OFERTA	DEMANDA(*)			DÉFICIT
2013	352284	10569			341715
2014	378984	11370			367614
2015	406417	12193			394224
2016	436259	13088			423171
2017	462177	13865			448312

2018	484282	14528	469754
2019	490902	14727	476175
2020	525684	15771	509914
2021	556308	16689	539619
2022	585333	17560	567773
2023	614514	18435	596079

- (\*) En Cartagena solo es aprovechado el 3% de los residuos producidos: Aseo Urbano de la Costa , (Aguas de Cartagena, 2018, 1)
- El sistema de disposición final predominante en el país es el relleno sanitario, atendiendo el 78% de los municipios del país y el 97% de las toneladas de residuos provenientes del servicio público domiciliario de aseo de Colombia. (DNP, 2018)

**3.2 Análisis técnico de la alternativa**

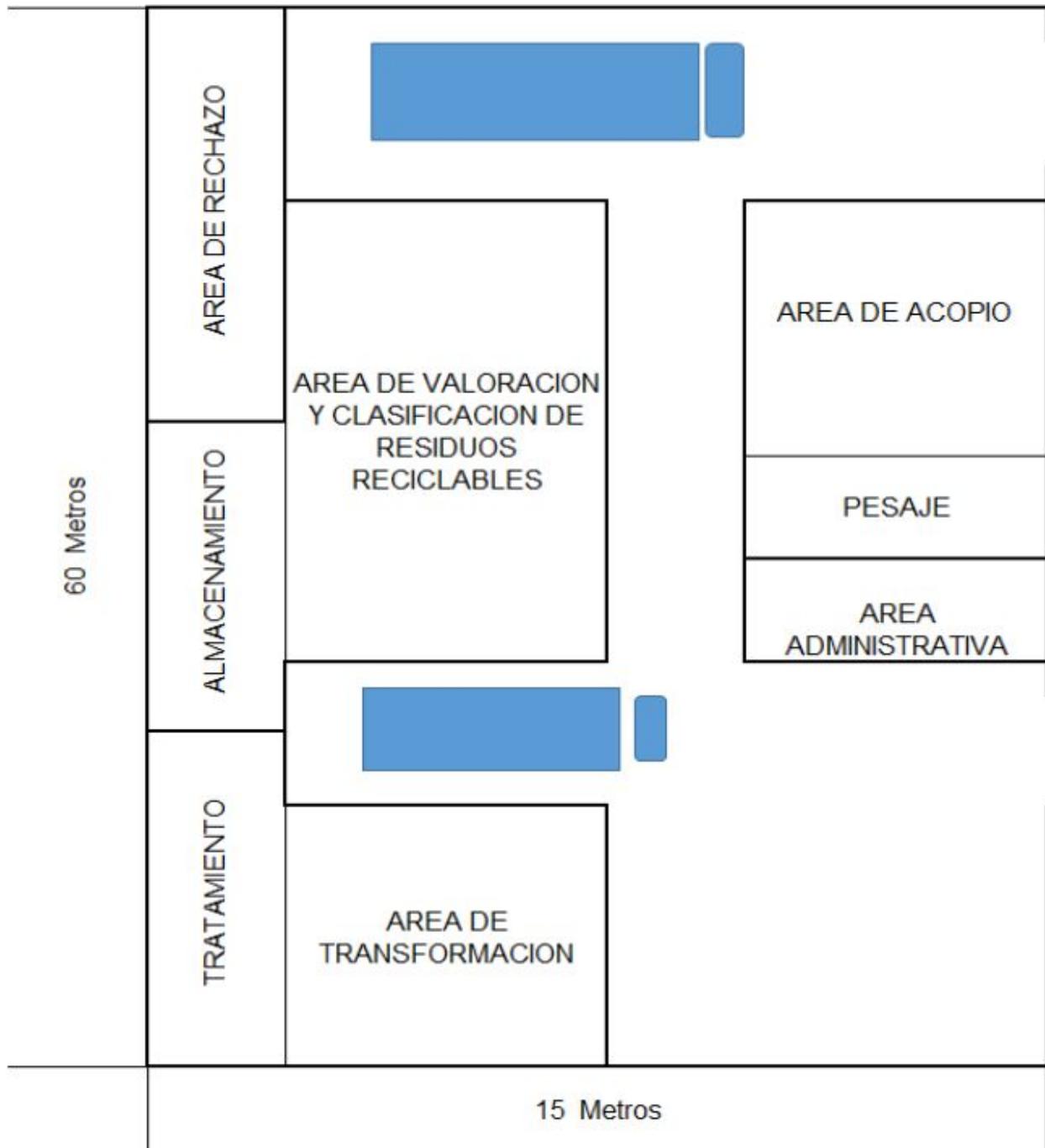
A continuación se presenta la solución que se propone como proyecto y el análisis realizado a la disposición de residuos sólidos en la ciudad de Cartagena, en la cual se encontró la necesidad de incidir en la problemática de la situación actual con la implementación de unas obras para el aprovechamiento de los residuos plásticos así garantizar el óptimo cuidado de las zonas públicas y alargar la vida de los rellenos sanitarios como lo es actualmente Parque Ambiental Loma de los Cocos en variante Mamonal-Gambote (Cartagena) en intermediaciones del corregimiento de Pasacaballo, aprobado mediante licencia ambiental contenida en la Resolución Cardique No.0229 de 2005.

La alternativa de solución contempla la construcción de una ECA, la cual es una infraestructura técnicamente diseñada para funcionar de forma eficiente tanto en ingeniería y economía, con actividades principales como lo son el pesaje y clasificación de los residuos sólidos aprovechables, por medio de procesos manuales, mecánicos o mixtos; en la cual se realiza el aprovechamiento, la cual es la acción adicional del servicio público de aseo que comprende la recolección de residuos aprovechables separados en la fuente por los usuarios; los cuales pueden estar compuestos por un material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genera, pero es apto de aprovechamiento para su reintegración a un proceso productivo; para poder desarrollarla se tienen contemplado las siguientes fases como se especifican a continuación :

**Comunicación y Sensibilización:** Divulgar y sembrar acciones de información y sensibilización sobre la gestión integral de residuos y la construcción de la ECA que beneficia las áreas públicas y la problemática ambiental general y que contribuyan a la sensibilización y toma de responsabilidad ciudadana, de acuerdo con el grado de residuos, adicionalmente potenciar el aprovechamiento de los residuos sólidos y mejorar la eficiencia de la recogida selectiva con boletines de residuos, campañas conjuntas, exposiciones, mejora de la gestión de residuos en las Administraciones públicas, mejora de la gestión de residuos en Parques naturales, acciones de formación para el sector educativo

**Abastecimiento:** Construcción de una estación de aprovechamiento de residuos sólidos municipales, ubicada en un predio cerca del centro de la ciudad, se propone esta estación de aprovechamiento con capacidad de 180 toneladas al día con posibilidad de ampliación a 230 ton/día, misma que se instalaría en un terreno de 900 metros cuadrados con la distribución que se muestra en la figura ( ver imagen- estación de aprovechamiento) .

**ESTACION DE APROVECHAMIENTO PROPUESTA CON CAPACIDAD 180 TON/ DIA ( Ciudad de Cartagena)**



*Figura 7. Distribución de zonas de la ECA*

Área de acopio: Corresponde a la zona de ingreso del material que cuenta con propiedades de aprovechamiento. En esta zona se permite el tránsito de vehículos para el descargue del material.

Área de administración: Esta área corresponde a la zona administrativa del proyecto; en ella funciona la oficina en donde se lleva el registro y control del producto entrante a la estación de aprovechamiento, así como los datos económicos de la comercialización de estos.

Pesaje: Es la zona en donde se realiza el pesaje de los materiales efectivamente aprovechables.

Área de valoración y clasificación de residuos reciclables: Corresponde a la zona en la cual se puede realizar la actividad de recuperación de material efectivamente aprovechable.

Almacenamiento: Zona en la cual se almacena el material efectivamente aprovechable.

Área de rechazo: Corresponde al área de almacenamiento temporal del material que no fue efectivamente aprovechado, el cual va a disposición final.

Área de tratamiento: Corresponde a la zona dispuesta para el cargue de material almacenado que puede ser comercializado o en su defecto transformado en producto terminado en el área de transformación.

Área de transformación: Zona dispuesta para las maquinas inyectoras de empaques plásticos con material reciclado ( cercas, canastas

**Captación:** El aliado estratégico Aseo Urbano de la Costa cuenta con una flota de camiones recolectores 17 vehículos nuevos, con “Módulo de Control Electrónico”, que es un sistema de control para no exceder la entrega de combustible al momento de operar los equipos, Es decir, por ser electrónicos consumen menos combustible. los cuales son 11 compactadores de 25 yardas; 5 compactadores de 16 yardas y 1 ampliroll de 10 metros cúbicos. Completando un total de 34 vehículos; 28 compactadores y 6 ampliroll, Cajas estacionarias con capacidad de 10, 12 y 15 m3.

**Tratamiento de los residuos:** Completadas las fases de recogida y transporte de los residuos en la ciudad, procedemos a su recuperación, valorización o eliminación ( área de valoración y clasificación), luego contabilizamos y caracterizamos los residuos para definir su potencial de aprovechamiento, realizamos los procedimiento de separación y adecuación de acuerdo con sus propiedades y condiciones de mercado ( área de aprovechamiento)

**Tratamiento de los plásticos:** Lavado y separación de impurezas , luego proceso mecánico, se utilizan unos molinos de cuchilla para convertir en pequeños pedazos el material plástico para luego por el método de extrusión transfórmalo en materia prima de segunda mano a partir de plástico degradado ( material que ya sufrió como mínimo una transformación). Se utilizará para esta actividad un Molino, tipo Prat P-10, de rotor abierto y corte inclinado. Motor de 150 cv. Tiene arrancador electrónico. Sus medidas del rotor son: 1000 x 900 mm. Tiene una apertura hidráulica de tolva. Tiene un sinfín de aproximación de material de salida .

**Almacenamiento :** Se tiene un área de acopio y área de aprovechamiento para el almacenamiento de los residuos y material plástico tratado.

**Transformacion del plastico :** Se utilizara para la transformación del plástico en materia prima reutilizable, una extrusora doble husillo paralelo co-rotante y contra-rotante - elevada capacidad de plastificación y para la transformación del producto terminado se utilizaran máquinas de inyección completamente eléctricas desde 400 hasta 5500 kN (Zhafir Venus), para la producción de artículos plásticos, como empaques plásticos, cercas , cajas de acueductos .

3.3 Localización

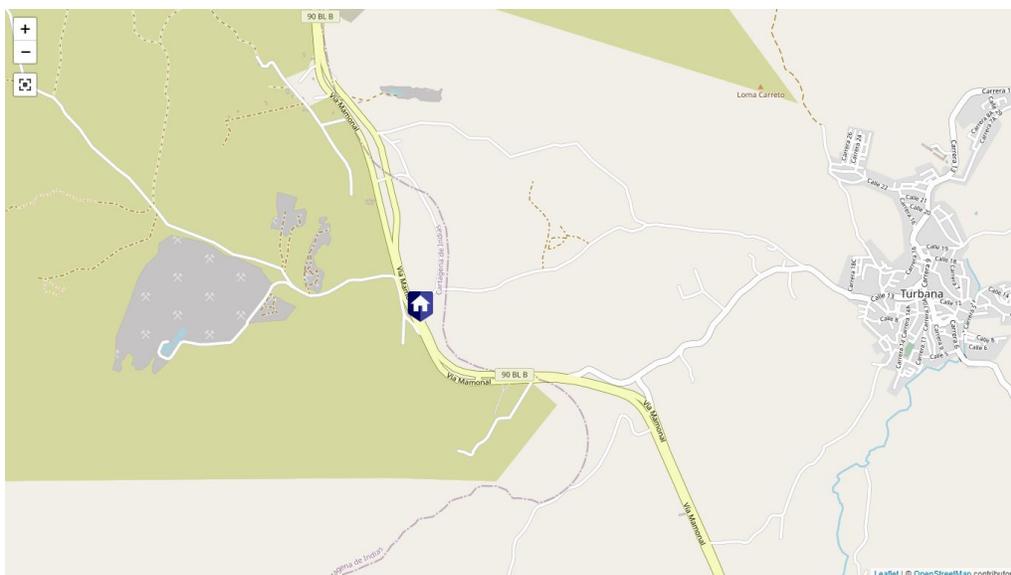
**3.3.1 Localización de la alternativa**

El proyecto será desarrollado en la región Caribe de Colombia, específicamente en el Departamento de Bolívar, ver detalle a continuación:

El predio en el que será construida la ECA se encuentra ubicado en el Km 24 variante Mamonal – Gambote, municipio de Cartagena de Indias, Bolívar, con coordenadas 10.272939,-75.480918. El área total del predio es de 1000 Metros cuadrados, de los cuales 900 metros cuadrados, serán destinados para la clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos domiciliarios. El predio actual es propiedad del Distrito de Cartagena.

Tabla 19 Lugar de ejecución del Proyecto

Región	Departamento	Municipio	Centro Poblado	Localización específica
Caribe	Bolívar	Cartagena	1'028.736 de habitantes según proyecciones del DANE en el 2020	Coordenadas 10.272939,-75.480918



**Figura 8 :** Ubicación de lote 900.000 metros sobre variante mamonal cartagena

### 3.3.2 Factores analizados.

Para complementar la localización de la alternativa también es necesario indicar los factores que se tuvieron en cuenta para la toma de decisión en la selección de la alternativa de solución, para ello deberán marcar los factores que a continuación se listan:

- ✓ **Aspectos administrativos y políticos** : El área total del predio es de 1000 Metros cuadrados
- ✓ **Cercanía a la población objetivo:** Tipo de zona, urbana. Ubicado en el Km 24 variante Mamonal – Gambote, municipio de Cartagena de Indias, Bolívar, con coordenadas 10.272939,-75.480918
- ✓ **Cercanía de fuentes de abastecimiento** : la ECA es cercana a la ciudad y cerca del relleno sanitario Parque Ambiental Loma de Los Cocos, que es a donde van todos los vehículos con los residuos sólidos
- ✓ **Comunicaciones**
- ✓ **Costo y disponibilidad de terrenos** : El predio actual es propiedad del Distrito de Cartagena.
- ✓ **Disponibilidad de servicios públicos domiciliarios (Agua, energía y otros)** : Disponibles todos (Acueducto, Alcantarillado, electricidad, conectividad )
- ✓ **Disponibilidad y costo de mano de obra** : Alta
- ✓ **Medios y costos de transporte** : Cerca del relleno sanitario loma de los cocos
- ✓ **Orden público** : Presencia de la fuerza pública constante
- ✓ **Topografía** : Zona de riesgo es bajo, uso permitido según POT (plan de ordenamiento territorial) Estable

3.4 Cadena de valor

A continuación se presenta el análisis realizado para la definición de la estructura del proyecto ; validado con la cadena de valor : objetivo, producto (del catálogo de productos de la MGA), actividades e insumos.

Tabla 20 Cadena de Valor del proyecto de intervención

<b>OBJETIVO GENERAL</b>	Minimizar el nivel de contaminación por residuos sólidos en áreas públicas de la ciudad de cartagena				
<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	Mejorar procesamiento en clasificación y aprovechamiento de los residuos sólidos				
<b>PRODUCTO</b>	Estación de clasificación y aprovechamiento				
<b>ACTIVIDADES</b>	<b>INSUMOS</b>	<b>RECURSOS TOTAL DE LA ACTIVIDAD</b>	<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>UNIDADES</b>
<b>Capacitación Inicial-socialización del proyecto</b>	Mano de obra calificada	1000000	50000	20	horas
<b>Topografía, licencia urbanística, licencia de construcción</b>	Mano de obra calificada	1070000	10700	100	horas
	Maquinaria y Equipo	9000000	10000	900	m <sup>2</sup>
<b>Obras preliminares ( Campamento, Cerramiento, Localización y replanteo, Descapote y nivelación de terreno, Movimiento de tierras etc)</b>	Mano de obra calificada	769500	855	900	m <sup>2</sup>
	Mano de obra No calificada	461700	513		
	Materiales	385200	428	900	m <sup>2</sup>
	Transporte.	96300	107	900	m <sup>2</sup>
<b>Cimentación</b>	Mano de obra calificada	9630000	10700	900	m <sup>2</sup>
	Maquinaria y Equipo	77040000	85600	900	m <sup>2</sup>
	Materiales	44955000	49950	900	m <sup>2</sup>
	Transporte.	9630000	10700	900	m <sup>2</sup>
<b>Estructura estacion de aprovechamiento</b>	Mano de obra calificada	9630000	10700	900	m <sup>2</sup>
	Maquinaria y Equipo	28890000	32100	900	m <sup>2</sup>
	Materiales	32400000	36000	900	m <sup>2</sup>
	Transporte.	9630000	10700	900	m <sup>2</sup>
<b>Mampostería</b>	Mano de obra calificada	9630000	10700	900	m <sup>2</sup>
	Materiales	17662500	19625	900	m <sup>2</sup>
<b>Pañete y pintura</b>	Mano de obra calificada	9630000	10700	900	m <sup>2</sup>

	Maquinaria y Equipo	12885300	14317	900	m <sup>2</sup>
	Materiales	25200000	28000	900	m <sup>2</sup>
<b>Pisos y Enchape</b>	Mano de obra calificada	9630000	10700	900	m <sup>2</sup>
	Materiales	23753700	26393	900	m <sup>2</sup>
<b>Obras Exteriores</b>	Mano de obra calificada	9630000	10700	900	m <sup>2</sup>
	Maquinaria y Equipo	11556000	12840	900	m <sup>2</sup>
	Materiales	26053200	28948	900	m <sup>2</sup>
<b>Carpintería</b>	Mano de obra calificada	9630000	10700	900	m <sup>2</sup>
	Materiales	11956500	13285	900	m <sup>2</sup>
<b>Instalaciones hidráulicas y sanitarias</b>	Mano de obra calificada	9630000	10700	900	m <sup>2</sup>
	Maquinaria y Equipo	15511500	17235	900	m <sup>2</sup>
	Materiales	28890000	32100	900	m <sup>2</sup>
	Transporte.	4815000	5350	900	m <sup>2</sup>
<b>Instalaciones eléctricas</b>	Mano de obra calificada	9630000	10700	900	m <sup>2</sup>
	Maquinaria y Equipo	3993300	4437	900	m <sup>2</sup>
	Materiales	17460000	19400	900	m <sup>2</sup>
<b>Aseo</b>	Mano de obra calificada	2889000	3210	900	m <sup>2</sup>
	Materiales	441900	491	900	m <sup>2</sup>
<b>Capacitación final</b>	Mano de obra calificada	642000	32100	20	horas
<b>Mantenimiento</b>	Mano de obra calificada	9630000	10700	900	m <sup>2</sup>
<b>Servicios de la estación de aprovechamiento : Personal, insumos, servicios públicos y transporte</b>	Mano de obra calificada	4500000	5000	900	m <sup>2</sup>
	Maquinaria y Equipo	1080000	1200	900	m <sup>2</sup>
<b>Dotación de la infraestructura</b>		0			
<b>Peletizadora</b>	Maquinaria y Equipo	64266000	6000000 0	1	
<b>Prensadora</b>	Maquinaria y Equipo	321330000	1500000 00	2	
<b>Montacarga</b>	Maquinaria y Equipo	53555000	5000000 0	1	
<b>Molino</b>	Maquinaria y Equipo	7497700	7000000	1	
<b>Báscula</b>	Maquinaria y Equipo	12853200	1200000 0	1	
<b>Extrusora</b>	Maquinaria y Equipo	21422000	2000000 0	1	
<b>Inyectora</b>	Maquinaria y Equipo	235642000	2200000 00	1	
<b>SUBTOTAL</b>		1237483500			

<p><b>AIU (Administración, Imprevistos y Utilidad) (25%)</b></p>		<p>309370875</p>	<p>Fuente: Grupo de Estructuración de Proyectos. En este presupuesto se incluyó un AIU calculado del 25%, sin embargo, este porcentaje deberá ser ajustado a las condiciones de cada entidad territorial. La interventoría y la supervisión no son objeto de AIU.</p>
<p><b>INTERVENTORÍA (7%)</b></p>	<p>Mano de obra calificada</p>	<p>86623845</p>	<p>Artículo 83 de la Ley 1474 de 2011 “Por la cual se dictan normas orientadas a fortalecer los mecanismos de prevención, investigación y sanción de actos de corrupción y la efectividad del control de la gestión pública”.</p>
		<p>\$ 1.633.478.220,00</p>	

3.5. Análisis de riesgos

Tabla 21 Matriz de riesgo del proyecto

<p><b>1-Propósito (Objetivo general)</b></p>				
<p>Tipo de riesgo</p>	<p>Descripción del Riesgo</p>	<p>Probabilidad E Impacto</p>	<p>Efecto</p>	<p>Medias de mitigación</p>
<p>Sanitarios</p>	<p>Aumento en la generación de residuos en áreas públicas y vertimiento directo en los rellenos sanitarios sin realizar la clasificación y el</p>	<p><b>Probabilidad</b> : 4. Probable  <b>Impacto:</b> 4. Mayor</p>	<p>Generación de focos de infección y emisiones gases, Disminución en el turismo, Falta de conciencia ambiental y reciclaje de materiales plásticos, corta vida de</p>	<p>Construcción de estación de clasificación y aprovechamiento; para aprovechamiento óptimo de los residuos sólidos antes de ir al relleno sanitario</p>

	aprovechamiento óptimo de los residuos teniendo en cuenta sus características, costos, valorización energética, aprovechamiento y comercialización.		los rellenos sanitario, desaprovechamiento de los residuos sólidos	
<b>2-Componente (Productos)</b>				
Operacionales	No se cuenta con el plan de manejo ambiental	<b>Probabilidad</b> : 3. Moderado <b>Impacto:</b> 4. Mayor	No establecer las acciones que se implementarán para prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo del proyecto, obra o actividad	Realizar el plan de manejo ambiental con una entidad calificada
Legales	Impedimento de las personas que realiza la actividad informalmente de recuperación	<b>Probabilidad</b> : 4. Probable <b>Impacto:</b> 3. Moderado	Aumento en la exclusión y marginalidad. Acciones legales en el marco del Auto 275 de 2011, el Auto 268 de 2010 y la Sentencia T 724 de 2003 de la Corte Constitucional.	Plantear medidas que otorguen privilegios a los recuperadores de oficio para prestar servicios a la Estación de Aprovechamiento.
Sanitarios	Resistencia para adoptar buenas prácticas de manejo de los residuos en las fuentes generadoras	<b>Probabilidad</b> : 4. Probable <b>Impacto:</b> 4. Mayor	Contaminación de los materiales e imposibilidad para recuperarlos	Acompañamiento permanente en el primer año de operación, establecimiento de mecanismos legales con sanciones y vinculación de actores estratégicos.
De calendario	Incumplimientos por parte del contratista del proyecto en la ejecución de la obra, según lo planeado	<b>Probabilidad</b> : 3. Moderado <b>Impacto:</b> 4. Mayor	Retraso en el cronograma de ejecución del proyecto, dificultando la entrega de la ECA	Activación de las pólizas de incumplimiento al contratista.
<b>3-Actividad</b>				
Operacionales	Baja disponibilidad de	<b>Probabilidad</b>	No empleabilidad de	Para lograr que haya una

	mano de obra calificada y no calificada para llevar a cabo esta actividad	: 3. Moderado <b>Impacto:</b> 3. Moderado	personas de la región para la ejecución del proyecto	vinculación de personas de la región en la ejecución del proyecto, de manera anticipada con las entidades responsables, se gestionará la mano de obra requerida.
De mercado	Desconocimiento de la población por falta de sensibilización	<b>Probabilidad</b> : 2. Improbable <b>Impacto:</b> 3. Moderado	La comunidad desconoce los servicios que presta la institución, por falta de comunicación con la comunidad	Programa de capacitación y socialización a la población de PMIRS
Asociados a fenómenos de origen socio-natural: inundaciones, movimientos en masa, incendios forestales	Compresibilidad en el relleno variable	<b>Probabilidad</b> : 3. Moderado <b>Impacto:</b> 4. Mayor	su composición no es la adecuada (no asienta lo mismo un relleno de tierras que un basurero) como de su espesor (esto es, de la altura del relleno). Pero los rellenos todavía tienen otra característica negativa y es que sus asientos nunca son homogéneos, sino diferentes bajo cada punto.	Revisión y supervisión por equipo técnico para el cumplimiento de los rellenos con los materiales y normas adecuadas. Aspectos Técnicos : Déficit INACEPTABLE, pero hay soluciones disponibles, se debe de realizar monitoreo Costo : se tiene un incremento mínimo en el presupuesto <10%. Cronograma :Ruta crítica del proyecto es afectada
Asociados a fenómenos de origen natural: atmosféricos, hidrológicos, geológicos, otros	El desconocimiento de las características intrínsecas del terreno	<b>Probabilidad:</b> 2. Improbable <b>Impacto:</b> 4. Mayor	Si llueve, Los terrenos tienen riesgo de colapsar, el colapso del terreno provoca su hundimiento y, en su caso, el movimiento diferencial de los elementos de cimentación que estén apoyados sobre él.	No necesita, de acuerdo a lo siguiente : Aspectos Técnicos : Déficit menor en el desempeño se mantiene la estrategia actual. Costo : se tiene un incremento mínimo en el presupuesto <1%. Cronograma : las actividades adicionales

				son requeridas para cumplir .
Operacionales	Baja disponibilidad de mano de obra no calificada y calificada para llevar a cabo esta actividad.	<b>Probabilidad:</b> 1. Raro <b>Impacto:</b> 2. Menor	No empleabilidad de personas de la región para la ejecución del proyecto	Divulgar las vacantes disponibles en mano de obra no calificada y calificada para lograr la vinculación de mano de la región
Legales	Fallas y lesiones ocasionadas por error con origen desde el cálculo estructural y los materiales pasando por los procesos constructivos (Fisuras en estructuras de concreto reforzado)	Probabilidad: 3. Moderado Impacto: 5. Catastrófico	las estructuras en concreto reforzado a lo largo de su vida útil no fueran analizadas desde el origen para poder tomar medidas que eviten el surgimiento de fallas de mayor complejidad que puedan poner en peligro la estabilidad de las mismas.	Aseguramiento y validación de ejecución de Interventoría de obra, revisión de materiales de construcción y análisis desde el inicio tomando medidas que eviten el surgimiento de fallas de mayor complejidad que puedan poner en peligro la estabilidad de la estructura
Operacionales	Caídas desde alturas superiores a dos metros	Probabilidad: 2. Improbable Impacto: 2. Menor	el andamio y el paramento vertical, tropieza un trabajador al momento de estar colocando la mampostería en la edificación, cae y muere, hay que pagar el trabajador	Aspecos Tecnicos : Deficit moderado en el desempeño, pero se tienen soluciones disponibles Costo : se tiene un incremento minimo en el presupuesto <5%. Cronograma :Atraso menor en el cronograma, el proyecto va ser concluido fuera del plazo

Sanitarios	Incumplimiento en las normas de instalación de redes de acueducto y alcantarillado	Probabilidad: 2. Improbable Impacto: 2. Menor	Fuga de aguas residuales dentro de la edificación	Cumplimiento de los lineamientos de la norma por parte del ingeniero civil
Asociados a fenómenos de origen tecnológico: químicos, eléctricos, mecánicos, térmicos	Ausencia de dispositivos de protección	Probabilidad: 2. Improbable Impacto: 4. Mayor	la edificación no cuenta con elementos de protección diferenciales (protegen contra los excesos de corriente) ni termomagnéticos (protegen contra las sobrecargas)?	Cumplimiento de los lineamientos del RETIE por parte del ingeniero electricista y supervisión en la obra
Operacionales	Baja disponibilidad de mano de obra calificada y no calificada para llevar a cabo esta actividad	Probabilidad: 3. Moderado Impacto: 3. Moderado	No empleabilidad de personas de la región para la ejecución del proyecto	Para lograr que haya una vinculación de personas de la región en la ejecución del proyecto de manera anticipada con las entidades responsables, se gestionará la mano de obra requerida.
Operacionales	No realizar el adecuado aseo dejando residuos sólidos y mampostería en mal estado de limpieza	Probabilidad: 1. Raro Impacto: 2. Menor	Inadecuada presentación de la infraestructura	Supervisión y aseguramiento de los trabajos de aseo
De costos	Materiales con especificaciones diferentes a lo establecido en la norma	Probabilidad: 2. Improbable Impacto: 2. Menor	Sobre costos en la construcción de la edificación	Aseguramiento de la calidad en la recepción de los materiales de construcción
De costos	No cumplir con las características técnicas del Decreto 2981, Las instalaciones NO tienen impermeabilización de los pisos y paredes y deben estar construidas en materiales que permitan su aseo, desinfección periódica y mantenimiento mediante lavado.	Probabilidad: 2. Improbable Impacto: 3. Moderado	Mala presentación de la construcción y posibles demandas legales	Cumplir con los lineamientos de construcción de la ECA Y con el Decreto 2981

Fuente : Autoría propia

3.6. Ingresos y beneficios

Tabla 22 Matriz de beneficios del proyecto

Tipo	Descripción	Medido a través de	Bien producido
Beneficio	Se aprovechan y recuperan 15 toneladas en promedio mensuales de material plástico	Kilogramos	Fabricación de formas básicas de plástico, láminas, películas varilla, tubos
Beneficios	Con la máquina inyectora se producen empaque para el hogar( canastas) , en un promedio 2300 unidades mensuales (27600 unidades anuales) con el material reciclado con un peso de 1,6 kg	Unidad	Fabricación de artículos de plástico para el hogar
Beneficios	Entre plástico, vidrio , papel y cartón se recuperan y aprovechan en promedio un 8% de los residuos tratados en el mes, la estación tiene una capacidad de 180 ton/ diarias. Por lo cual estaríamos dejando de incinerar 432 toneladas mes (5184 ton/anuales)  Cada tonelada de basura incinerada cuenta aprox 2135 pesos	Toneladas	Otros
Beneficios	En promedio un carro recolector es de 15000 km/ anuales y el costo de operación por km es de \$3456, de acuerdo a la ubicación se reduce en 30 % la distancia ya que no van hasta el relleno sanitario	Kilómetros	Otros

Tipo	Descripción	Medido a través de	Bien producido	RPC
Beneficios	Con la maquina inyectora se producen empaque para el hogar( canastas) , en un promedio 2300 unidades mensuales (27600 unidades anuales) con el material reciclado con un peso de 1,6 kg	Unidad	Fabricación de artículos de plástico para el hogar	0,8200
Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
00	27.600,00	\$ 3.816,00	\$ 105.321.600,00	
01	27.600,00	\$ 4.007,00	\$ 110.593.200,00	
02	27.600,00	\$ 4.207,00	\$ 116.113.200,00	
03	27.600,00	\$ 4.417,00	\$ 121.909.200,00	
04	27.600,00	\$ 4.638,00	\$ 128.008.800,00	
05	27.600,00	\$ 4.870,00	\$ 134.412.000,00	

Tipo	Descripción	Medido a través de	Bien producido	RPC
Beneficios	En promedio un carro recolector es de 15000 km/ anuales y el costo de operación por km es de \$3456, de acuerdo a la ubicación se reduce en 30 % la distancia ya que no van hasta el relleno sanitario	Kilómetros	Otros	0,8000
Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
00	4.500,00	\$ 3.456,00	\$ 15.552.000,00	
01	4.500,00	\$ 3.629,00	\$ 16.330.500,00	
02	4.500,00	\$ 3.810,00	\$ 17.145.000,00	
03	4.500,00	\$ 4.001,00	\$ 18.004.500,00	
04	4.500,00	\$ 4.201,00	\$ 18.904.500,00	
05	4.500,00	\$ 4.411,00	\$ 19.849.500,00	

Beneficios	Entre plástico, vidrio , papel y cartón se recuperan y aprovechan en promedio un 8% de los residuos tratados en el mes, la estación tiene una capacidad de 180ton/ diarias. Por lo cual estaríamos dejando de incinerar 432 toneladas mes (5184 ton/anuales)  Cada tonelada de basura incinerada cuenta aprox 2135 pesos	Toneladas	Otros	0,8000
Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
00	5.184,00	\$ 2.135,00	\$ 11.067.840,00	
01	5.184,00	\$ 2.241,00	\$ 11.617.344,00	
02	5.184,00	\$ 2.353,00	\$ 12.197.952,00	
03	5.184,00	\$ 2.471,00	\$ 12.809.664,00	
04	5.184,00	\$ 2.595,00	\$ 13.452.480,00	
05	5.184,00	\$ 2.724,00	\$ 14.121.216,00	

Beneficios	Se aprovechan y recuperan 15 toneladas en promedio mensuales de material plastico	Kilogramos	Fabricación de formas básicas de plástico, laminas, películas varilla, tubos	0,8200
Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total	
00	180.000,00	\$ 1.590,00	\$ 286.200.000,00	
01	180.000,00	\$ 1.670,00	\$ 300.600.000,00	
02	180.000,00	\$ 1.753,00	\$ 315.540.000,00	
03	180.000,00	\$ 1.841,00	\$ 331.380.000,00	
04	180.000,00	\$ 1.933,00	\$ 347.940.000,00	
05	180.000,00	\$ 2.029,00	\$ 365.220.000,00	

Figura 9 : Matriz de beneficios del proyecto desglosado en la MGA WEB

3.7 Depreciación

Tabla 23 Depreciación de activos

Dotación de la infraestructura		Costo ( \$ )
<b>Peletizadora</b>	Maquinaria y Equipo	64266000
<b>Prensadora</b>	Maquinaria y Equipo	321330000
<b>Montacarga</b>	Maquinaria y Equipo	53555000
<b>Molino</b>	Maquinaria y Equipo	7497700
<b>Báscula</b>	Maquinaria y Equipo	12853200
<b>Extrusora</b>	Maquinaria y Equipo	21422000
<b>Inyectora</b>	Maquinaria y Equipo	235642000

Descripción	Valor del Activo(\$)	Periodo de adquisición	Periodo Final	Concepto	Valor de salvamento(\$)
Dotación de la infraestructura ( Peletizadora, Prensadora X 2, Montacarga, Molino, Bascula, extrusora, inyectora )	716.565.900	0	5	Maquinaria y equipo	358.282.950
Total valor de salvamento: \$ 358.282.950,00					

4. Evaluación

4.1 Flujo económico

Tabla 24 Tabla del flujo económico

	Periodo 0	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5
+ Beneficios e ingresos	\$ 342.343.584,00	\$ 359.536.699,20	\$ 377.429.985,60	\$ 396.348.475,20	\$ 416.163.600,00	\$ 436.874.812,80
+ Créditos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Costos de preinversión	\$ 1.000.000,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Costos de inversión	\$ 1.377.094.040,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Costos de operación	\$ 642.000,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Amortización	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
- Intereses de los créditos	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
+ Valor de salvamento						\$ 358.282.950,00
<b>Flujo neto de caja</b>	<b>-\$ 1.036.392.456,00</b>	<b>\$ 359.536.699,20</b>	<b>\$ 377.429.985,60</b>	<b>\$ 396.348.475,20</b>	<b>\$ 416.163.600,00</b>	<b>\$ 795.157.762,80</b>

4.2 Indicadores de decisión (Evaluación económica)

Tabla 25 Evaluación económica- Resultados de la MGA WEB

Alternativas de solución	Indicadores de rentabilidad		Indicador costo-Eficiencia	Indicadores de costo mínimo		
	Valor Presente Neto (VPN)	Tasa Interna de Retorno (TIR)		Relación Beneficio o Costo (BC)	Costo por beneficiario	Valor presente de los costos
Mejorar procesamiento en clasificación y aprovechamiento de los residuos sólidos	\$ 583.293.704,14	30,17%	1,41	\$ 1.340,22	\$ 1.378.736.040,00	\$ 141.872.030,24

5. Programación

5.1. Indicadores de producto

Tabla 26 Indicador de producto - MGA WEB

<b>Objetivo :</b> Mejorar procesamiento en clasificación y aprovechamiento de los residuos sólidos	
<b>Producto:</b> Estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos construida	<b>Indicador:</b> Estaciones de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos construidas
<b>Medido a través de:</b> Número de estaciones	<b>Medido a través de:</b> Número
<b>Meta total:</b> 1	<b>Meta total:</b> 1,0000
<b>Costo</b> \$ 1.633.478.220,00	<b>Es acumulativo:</b> No
	<b>Es Principal:</b> Si

5.2. Indicadores de gestión

Tabla 27 Indicadores de gestión - MGA WEB

Indicador	Medido a través de	Código	Fórmula	Tipo de fuente	Fuente de Verificación	Periodo	Meta por periodo
Informes De Interventoria Realizados	Número	9900G054	N/A	Informe	Informe de supervisión	0	4
Informes de gestión para proyectos de agua y saneamiento básico	Número	1400G027	Número de informes presentados por vigencia	Informe	INFORME DEFINITIVO DE AUDITORÍA MODALIDAD REGULAR, CONTRALORÍA DISTRITAL DE CARTAGENA DE INDIAS (Aguas de Cartagena E.S.P)	0	1

5.3 Fuentes de financiación

A continuación se presentan a los cooperantes para la financiación del proyecto :

Etapa	Entidad	Tipo Entidad	Tipo de Recurso	Periodo	Valor
Inversión	Bolívar	Departamentos	Propios	0	\$816.739.110,00
				Total	\$816.739.110,00
	CARTAGENA DE INDIAS	Municipios	Propios	0	\$490.043.466,00
				Total	\$490.043.466,00
	Pacaribe S.A. E.S.P	Privadas	Propios	0	\$326.895.644,00
Total				\$326.895.644,00	
Total Inversión				\$1.633.478.220,00	
<b>Total</b>					<b>\$1.633.478.220,00</b>

Figura 10 : Resumen Fuentes de financiación en la MGA WEB

5.4. Matriz resumen del proyecto

Resumen narrativo	Descripción	Indicadores	Fuente	Supuestos
Objetivo General	Minimizar el nivel de contaminación por residuos sólidos en áreas públicas de la ciudad de Cartagena	Servicios de valorización de residuos sólidos	Tipo de fuente: Estadísticas Fuente: Informe anual calidad de vida Cartagena Como Vamos	No hay incremento en la generación de residuos en áreas públicas y vertimiento directo en los rellenos sanitarios sin realizar la clasificación y el aprovechamiento óptimo de los residuos teniendo en cuenta sus características, costos, valorización energética, aprovechamiento y comercialización.

Componentes (Productos)	1.1 Estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos construida	Estaciones de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos construidas	Tipo de fuente: Informe Fuente: Informe de interventoría	Se cuenta con el plan de manejo ambiental, Facilidad de las personas para realizar la actividad informalmente de recuperación, Se adoptan buenas prácticas de manejo de los residuos en las fuentes generadoras, Cumplimientos por parte del contratista del proyecto en la ejecución de la obra, según lo planeado
-------------------------	--	---	---	---

Resumen narrativo	Descripción	Indicadores	Fuente	Supuestos
Actividades	1.1.1 - Capacitación Inicial-socialización del proyecto(*) 1.1.2 - Topografía, licencia urbanística, licencia de construcción 1.1.3 - Obras preliminares ( Campamento, Cerramiento, Localización y replanteo, Descapote y nivelación de terreno, Movimiento de tierras etc) (*) 1.1.4 - Cimentación(*) 1.1.5 - Estructura estación de aprovechamiento(*) 1.1.6 - Mampostería(*) 1.1.7 - Pañete y pintura 1.1.8 - Pisos y Enchape(*) 1.1.8 - Obras Exteriores(*) 1.1.10 - Carpintería(*) 1.1.11 - Instalaciones hidráulicas y sanitarias(*) 1.1.12 - Instalaciones eléctricas(*) 1.1.13 - Aseo(*) 1.1.14 - Capacitación final 1.1.15 - Mantenimiento 1.1.16 - Servicios de la estación de aprovechamiento : Personal, insumos, servicios públicos y transporte 1.1.17 - Peletizadora(*) 1.1.18 - Prensadora(*) 1.1.19 - Montacarga(*) 1.1.20 - Molin	<b>Nombre: Informes de gestión para proyectos de agua y saneamiento básico</b>  <b>Unidad de Medida: Número</b>  <b>Meta: 1.0000</b>  <b>Nombre: Informes De Interventoría Realizados</b>  <b>Unidad de Medida: Número</b>  <b>Meta: 4.0000</b>	Tipo de fuente:  Fuente:	Alta disponibilidad de mano de obra calificada y no calificada para llevar a cabo esta actividad

Figura 11 : Resumen del proyecto según la MGA WEB

## 6. Referencias

- ABC Plan de desarrollo Cartagena 2020/2023.* (2020, 4 1). Alcaldía distrital de Cartagena de indias. Retrieved 11 3, 2020, from <https://www.cartagena.gov.co/Documentos/2020/Transparencia/TyALaIP/Planeacion/PlanesDeDesarrollo/2020-2023/PD310720/ABC%20Plan%20de%20Desarrollo%202020.pdf>
- Aguas de Cartagena. (2018, 09 1). En Cartagena solo es aprovechado el 3% de los residuos: Aseo Urbano de la Costa. *Mundo noticias.* <https://mundo noticias.com.co/en-cartagena-solo-es-aprovechado-el-3-de-los-residuos-aseo-urbano-de-la-costa/>
- Alcaldia de Cartagena. (2016, febrero 1). Residuos sólidos y espacio público en Cartagena. *Cartagena como vamos.* <http://www.cartagenacomovamos.org/nuevo/wp-content/uploads/2014/08/Presentacion%CC%81n-RS-y-EP.pdf>
- Alcaldía de Cartagena. (2019, 03 30). Informe de Calidad de Vida 2018. *Cartagena Como Vamos.* [http://www.cartagenacomovamos.org/nuevo/wp-content/uploads/2019/09/Informe\\_de\\_Calidad\\_de\\_Vida-2018\\_Cartagena\\_C%CC%83mo\\_Vamos.pdf](http://www.cartagenacomovamos.org/nuevo/wp-content/uploads/2019/09/Informe_de_Calidad_de_Vida-2018_Cartagena_C%CC%83mo_Vamos.pdf)
- Alcaldía de Cartagena. (2020, 6 1). *Plan de desarrollo Cartagena 2020/20203.* Universidad nacional de Colombia. Retrieved 11 3, 2020, from [http://ieu.unal.edu.co/images/Planes\\_de\\_Desarrollo\\_2020/2.Plan\\_de\\_Desarrollo\\_Cartagena\\_2020-2023.pdf](http://ieu.unal.edu.co/images/Planes_de_Desarrollo_2020/2.Plan_de_Desarrollo_Cartagena_2020-2023.pdf)[http://ieu.unal.edu.co/images/Planes\\_de\\_Desarrollo\\_2020/2.Plan\\_de\\_Desarrollo\\_Cartagena\\_2020-2023.pdf](http://ieu.unal.edu.co/images/Planes_de_Desarrollo_2020/2.Plan_de_Desarrollo_Cartagena_2020-2023.pdf)

- Alcaldía de Medellín. (2018, 10 4). *La primera estación de transferencia de residuos sólidos del país estará en Medellín*. MedellinCuenta. Retrieved 11 14, 2020, from <https://www.medellincuenta.com/?NavigationTarget=navurl://7c7a3b7e2dbd0dd9a7cf5cbdf3546289>
- Arias B., L. A., Rivas T, E., & Vega S, C. N. (2014, 6 12). Propuesta de diseño para un centro integral de reciclaje con inclusión de fuentes alternativas de energía. *Revista EAN, 1*, 138. scielo. Retrieved 11 14, 2020, from <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n77/n77a07.pdf>
- Briganti Fernández, J. m., Díaz Alvarez, a. d. c., & Vergara Serpa, I. s. (2003, 1 1). *Lineamientos para la separación en la fuente de los residuos sólidos producidos por el sector residencial (estratos 4, 5 y 6) de la ciudad de cartagena de indias d. t y c*. IDEAM. Retrieved 11 12, 2020, from <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/005612/Proyecto/InformeFinalProyectoSeparacionenlaFuente.pdf>
- Castañeda Ramírez, C. H., & Miranda Pérez, M. C. (2018, 5 2). Modelos más utilizados de reciclaje y reutilización de productos plásticos, y estrategias de recuperación más utilizadas en Colombia. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD*, 2-69. <https://stadium.unad.edu.co/preview/UNAD.php?url=/bitstream/10596/18368/1/1112768881.pdf>
- Castañeda-Torres, S., & Rodríguez-Miranda, J. P. (2017, 5 4). Modelo de aprovechamiento sustentable de residuos sólidos orgánicos en Cundinamarca, Colombia. *Revista Universidad y Salud, 19(1)*, 117. scielo. <https://doi.org/10.22267/rus.171901.75>

Colprensa. (2020, 6 23). *Colombianos consumen más de un millón de toneladas de plástico al año*. La opinion. Retrieved 11 14, 2020, from

<https://www.laopinion.com.co/zona-verde/colombianos-consumen-mas-de-un-millon-de-toneladas-de-plastico-al-ano-193048>

Contraloría Valle del Cauca. (2018). Glosario. In *Gestión de residuos Sólidos en situación de desastre* (pp. 86-90).

<http://cidbimena.desastres.hn/docum/ops/Edan/publicaciones/GestionResiduos/residuos-glosario.pdf>

DANE. (2020, Febrero 20). *DANE Información para todos*. la información del dane en la toma de decisiones de las ciudades capitales. Retrieved 11 2, 2020, from

<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/planes-desarrollo-territorial/030220-Info-Alcaldia-Cartagena.pdf>

DNP. (2018, febrero 1). *Lineamientos para la construcción de estación de clasificación y aprovechamiento de residuos sólidos - ECA*. Proyectos Tipo. Retrieved 11 5, 20250,

from

[https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/13.11.2018-ECAS-Lineamientos\\_V2-ajustado-3.pdf](https://proyectostipo.dnp.gov.co/images/pdf/13.11.2018-ECAS-Lineamientos_V2-ajustado-3.pdf)

DNP, Gobierno de Colombia. (2019). *Bases del plan nacional de desarrollo 2018-2022. Pacto por Colombia, pacto por la equidad*. Colaboracion DNP. Retrieved 11 14, 2020, from

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Plan-Nacional-Desarrollo-2018-2022-Bases.pdf>

DNP-Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. (2018, 12 1). *Informe de*

*Disposición Final de Residuos Sólidos – 2017*. Superservicios. Retrieved 11 11, 2020,

from

[https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2018/Dic/2.\\_disposicion\\_final\\_de\\_residuos\\_solidos\\_-\\_informe\\_2017.pdf](https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/Publicaciones/Publicaciones/2018/Dic/2._disposicion_final_de_residuos_solidos_-_informe_2017.pdf)

Docentes La Estación. (2012). *Uso eficiente de los residuos solidos en la institución educativa la estación*. colestacionlebrija. Retrieved 11 14, 2020, from

<http://www.colestacionlebrija.edu.co/docs/MEDIOAMBIENTE.pdf>

Gallardo Izquierdo, A., Colomer Mendoza, F. J., Campos Rodríguez, R., & Arias Aguilar, D. (2019). *Aprovechamiento energético de residuos sólidos* (1st ed.). Publicaciones de la Universitat Jaume I. Servicio de Comunicación y Publicaciones.

<http://dx.doi.org/10.6035/MediAmbient.2019.10>

Gobernación de Bolívar. (2019). Bolívar Ruta del Desarrollo Sostenible Acompañamos la gestión de los alcaldes y gobernadores de Colombia. *Colombialider*, 1(1), 19.

<http://www.colombialider.org/wp-content/uploads/2020/04/Bol%C3%ADvar.pdf>

Gobierno de Colombia, DNP. (2019, 2 1). *Bases del plan nacional de desarrollo 2018-2022*.

Pacto por Colombia, pacto por la equidad. Retrieved 11 3, 2020, from

<https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Plan-Nacional-Desarrollo-2018-2022-Bases.pdf>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, Gobierno nacional de Colombia. (2019).

*Orientaciones para la incorporación de la dimensión ambiental en los planes de*

*desarrollo territorial 2020-2023*. Corantioquia. Retrieved 11 14, 2020, from

[https://corantioquia.gov.co/SiteAssets/PDF/Planeaci%C3%B3n/CARTILLA%20ORIENTACIONES%20MADS%20PARA%20PDT\\_.pdf](https://corantioquia.gov.co/SiteAssets/PDF/Planeaci%C3%B3n/CARTILLA%20ORIENTACIONES%20MADS%20PARA%20PDT_.pdf)

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio de Colombia. (2014, 8 2). *Programa de gestión para el manejo integral de residuos*. portal gestión del riesgo. Retrieved 11 14, 2020, from

<https://www.minvivienda.gov.co/Residuos%20Solidos/Marco%20de%20Gesti%C3%B3n%20Ambiental%20y%20Social%202014.pdf>

Varón Valencia, K., Orejuela Cabrera, J. P., & Manyoma Velásquez, P. C. (2015, 06 30).

Modelo matemático para la ubicación de estaciones de transferencia de residuos sólidos urbanos. *Revista EIA*, 12(23), 61-70.

<http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n23/n23a06.pdf>

Xiong, J., Adam Ng, S. S., & Wang, S. (2016, 04 15). An optimization model for economic

feasibility analysis and design of decentralized waste-to-energy systems. *Science Direct*, 101, 239-251. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.01.080>

Zafra Mejía, C. A. (2009, 6 1). Metodología de diseño para la recogida de residuos sólidos urbanos mediante factores punta de generación: sistemas de caja fija (SCF). *Revista ingeniería e investigación*, 29(2), 119-126. scielo. Retrieved 11 14, 2020, from

<http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v29n2/v29n2a19.pdf>