

## Oportunidades socioeconómicas derivadas del potencial aprovechamiento de los residuos plásticos generados en el municipio de Arauca.

*La gestión adecuada de nuestros residuos podría ser uno de los "indicadores" más coherentes para medir nuestra evolución como individuos y como sociedad...*

Encabezado: APROVECHAMIENTO RESIDUOS PLÁSTICOS ARAUCA

Oportunidades Socioeconómicas Derivadas del Potencial Aprovechamiento de los Residuos  
Plásticos Generados en el Municipio de Arauca

Adm Emp. Geovany Manzano Sánchez

Universidad de Manizales, Facultad de Ciencias Económicas

Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo Universidad de Manizales

Universidad de Manizales Carrera. 8 #8-3; Manizales, Caldas, Colombia

2018

Encabezado: APROVECHAMIENTO RESIDUOS PLÁSTICOS ARAUCA

Tesis de investigación presentada como requisito para optar al título de:

Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Director:

Dr. Carlos Eduardo García López

Línea de Investigación: Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente

Adm Emp. Empresas Geovany Manzano Sánchez

Centro de Investigaciones en Medio Ambiente y Desarrollo

Universidad de Manizales Carrera. 8 #8-3; Manizales, Caldas, Colombia

2018

## AGRADECIMIENTOS

A Dios por brindarme una segunda oportunidad en mi vida y convencido de sus futuras bendiciones.

A mi padre Omar, por su apoyo en todos los momentos de mi vida, un hombre incondicional.

A mi hija Laura Valeria e Isabel mi compañera y amiga, por su apoyo y continua motivación.

A la Universidad de Manizales, a sus directores y docentes por haber profundizado en mis conocimientos; y en especial al Dr. Carlos Eduardo Garcia, quien contribuyo de la mejor manera a guiar y acompañar este proceso de investigación con sus valiosos aportes y experiencia.

A las diferentes instituciones relacionadas con la gestión de residuos por brindar valiosa información para sacar adelante esta tesis, a las empresas de comercialización de Arauca y a los recuperadores del municipio.

## TABLA CONTENIDO

RESUMEN .....	XVI
ABSTRACT .....	XVII
1. INTRODUCCIÓN .....	- 20 -
2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	- 24 -
3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	- 27 -
4. JUSTIFICACIÓN .....	- 27 -
5. OBJETIVO GENERAL .....	- 30 -
5.1 Objetivos Específicos .....	- 30 -
6. CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO .....	- 31 -
6.1 RESIDUOS SÓLIDOS .....	- 32 -
6.2 GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS .....	- 42 -
6.2.1 Gestión integral de residuos sólidos, Colombia en el contexto mundial - instancias de participación compromisos y metas internacionales .....	- 44 -
6.2.2 Política Pública Nacional para la gestión Integral de residuos sólidos en Colombia.....	- 48 -
6.2.3 Normatividad Residuos Sólidos en Colombia .....	- 51 -
6.2.4 Programas básicos que constituyen la gestión de residuos sólidos .....	- 53 -
6.3 APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS .....	- 55 -
6.3.1 Tendencias mundiales en la gestión de residuos (La Economía Circular, Responsabilidad Extendida del Productor, Basura Cero) .....	- 57 -
6.3.2 Aprovechamiento en Colombia en los últimos años.....	- 62 -
6.4 GENERALIDADES RESIDUOS PLÁSTICOS .....	- 69 -
6.4.1 Tipos de resinas plásticas aprovechables .....	- 70 -
6.4.2 Algunas actividades generadoras de residuos plásticos .....	74
6.4.3 Gestión integral de los residuos plásticos desde una perspectiva ambiental .....	76
6.5 PROCESOS DE APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS .....	79
7. CAPÍTULO 2 CONTEXTO ECONÓMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL DE EN LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE ARAUCA.....	80
7.1 CONTEXTO SOCIAL .....	81
7.1.1 Localización, Límites y División Administrativa .....	81
7.1.1 Caracterización población municipio de Arauca .....	82

2.1.2 Población dedicada al reciclaje en el municipio de Arauca .....	84
7.2 CONTEXTO ECONÓMICO.....	85
7.2.1 Economía del municipio .....	85
7.2.2 Aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio.....	87
7.2.3 Programas y proyectos para el aprovechamiento de los residuos sólidos en el marco del PGIRS Arauca 2017 – 2028.....	89
7.3 CONTEXTO AMBIENTAL .....	94
7.3.1 Plan integral de gestión de residuos sólidos – PGIRS Arauca.....	94
7.3.2 Antecedentes gestión de los residuos sólidos en Arauca .....	97
7.3.3 Disposición final de residuos sólidos Arauca .....	98
8. CAPÍTULO 3 DESARROLLO METODOLÓGICO.....	103
8.1 TIPO DE ESTUDIO.....	104
8.2 MÉTODO PARA ESTABLECER LA VIABILIDAD DE APROVECHAMIENTO.....	104
Escenario 1: Aprovechamiento residuos plásticos como insumo o materia prima. ....	106
Escenario 2: Aprovechamiento residuos plásticos transformado como producto final. ....	107
8.2.1 Análisis de Mercado .....	108
8.2.2 Cuantificación y Caracterización y Residuos Plásticos .....	121
8.2.3 Infraestructura.....	126
8.2.4 Indicadores Operacionales y Financieros .....	132
8.2.5 Viabilidad Financiera y Comercial .....	133
8.2.6 Articulación .....	135
8.2.7 Ubicación.....	137
8.2.8 Permisos, Concesiones y Autorizaciones .....	139
8.3 Programas y proyectos inclusión de recuperadores en el marco del PGIRS del municipio de Arauca. ...	145
9. CAPÍTULO 4 ALTERNATIVA SELECCIONADA A PARTIR DE LOS RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL POTENCIAL APROVECHAMIENTO RESIDUOS PLÁSTIVOS EN EL MUNICIPIO DE ARAUCA. ..	151
9.1 Resultados viabilidad del proyecto de aprovechamiento escenario 1 – componente Social.....	153
9.2 Resultados viabilidad del proyecto de aprovechamiento escenario 1 – componente Económico.....	155
9.3 Resultados viabilidad del proyecto de aprovechamiento escenario 1 – componente Técnico – Operativo.....	155
9.4 Predimensionamiento de infraestructura ECA – Escenario 1 y 2 basados requerimientos mínimos establecidos en el decreto 596 de 2016.....	158
9.5 Resultados viabilidad del proyecto de aprovechamiento escenario 1 – componente Financiero – Comercial .....	159

10. CONCLUSIONES .....	166
11. RECOMENDACIONES .....	168
12. BIBLIOGRAFÍA .....	169
13. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA NO REFERENCIADA EN EL PRESENTE ESCRITO ....	173
14. ANEXOS .....	174

## LISTADO DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación de los residuos.....	- 33 -
<b>Tabla 2.</b> Tipos de residuo para la separación en la fuente .....	- 34 -
<b>Tabla 3.</b> Definición Técnica Residuos sólidos aprovechables y no aprovechables .....	- 36 -
<b>Tabla 4.</b> Clasificación de Países de acuerdo con su Ingreso .....	- 39 -
<b>Tabla 5.</b> Comparación en las Prácticas de Gestión por Nivel de Ingreso .....	- 41 -
<b>Tabla 6.</b> Propósitos de aprovechamiento decreto 2981.....	- 57 -
<b>Tabla 7</b> Variables y conceptos del modelo de economía circular .....	- 58 -
<b>Tabla 8.</b> Programas basados en REP en Colombia .....	- 61 -
<b>Tabla 9.</b> Producción de Residuos, Cantidades Recuperadas por Recuperadores y Empresas.....	- 64 -
<b>Tabla 10.</b> Demanda de Material Aprovechable y Adquirido por la Industria (ton/año) .....	- 66 -
<b>Tabla 11.</b> Comercio exterior de desechos y desperdicios de plástico 2013-2015.....	- 68 -
<b>Tabla 12.</b> Residuos plásticos aprovechables y sus aplicaciones típicas .....	72
<b>Tabla 13.</b> Fuentes generadoras de residuos plásticos.....	74
<b>Tabla 14.</b> Gestión Integral de Residuos Plásticos. ....	77
<b>Tabla 15.</b> Parámetros línea base - Aprovechamiento.....	90
<b>Tabla 16.</b> Programas constitutivos del PGIRS - Arauca.....	95
<b>Tabla 17.</b> Características generales del sitio de disposición final .....	100
<b>Tabla 18.</b> Metodología para establecer la viabilidad de proyectos de aprovechamiento según decreto 2981 de 2013 .....	105
<b>Tabla 19.</b> Análisis de la Oferta, la demanda y estimación de ingresos por comercialización de residuos aprovechables .....	110
<b>Tabla 20.</b> Demanda de Residuos Aprovechables Arauca, Saravena y Tame.....	111
<b>Tabla 21.</b> Parámetros Línea Base – Generación de residuos sólidos .....	121
<b>Tabla 22.</b> Generación de residuos sólidos por materiales .....	123



<b>Tabla 23.</b> Caracterización física promedio de los residuos sólidos- Usuarios Residenciales, Comerciales y Oficiales. .....	123
<b>Tabla 24.</b> Centros de acopio o estaciones de clasificación y/o aprovechamiento .....	125
<b>Tabla 25.</b> Capacidad de producción maquinas diseñada vs efectiva.....	130
<b>Tabla 26.</b> Proyección dimensionamiento maquinaria y equipo para simulación escenarios.....	130
<b>Tabla 27.</b> Proyección dimensionamiento estructura administrativa y operativa para simulación escenarios .....	131
<b>Tabla 28.</b> Comparación indicadores operacionales y financieros .....	132
<b>Tabla 29.</b> Resumen indicadores financieros y comerciales alternativa seleccionada .....	133
<b>Tabla 30.</b> Proyectos, Indicadores y Metas - Programa “Responsabilidad Social, Ambiental y Empresarial a Través de la Inclusión de Recicladores .....	147
<b>Tabla 31.</b> Fases para la formalización progresiva de los recicladores de oficio .....	148
<b>Tabla 32.</b> Personal a vincular alternativa seleccionada.....	154
<b>Tabla 33.</b> Resultados indicadores financieros.....	159
<b>Tabla 34.</b> Estado de Resultados anualizado - Simulación Aprovechamiento residuos plásticos Arauca saco 25kg. .....	161
<b>Tabla 35.</b> Flujo de caja proyectado anualizado - Simulación Aprovechamiento residuos plásticos Arauca saco 25k .....	162
<b>Tabla 36.</b> Presupuesto de compras y ventas anualizado - Simulación Aprovechamiento residuos plásticos Arauca saco 25k.....	164

## LISTADO DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ruta de Aprovechamiento y Tratamiento de Residuos .....	- 37 -
<b>Figura 2.</b> Etapas Gestión Integral de Residuos SÓLIDOS .....	- 43 -
<b>Figura 3.</b> Jerarquía en la Gestión de los Residuos .....	- 44 -
<b>Figura 4.</b> Comparativo Objetivos del Milenio vs Objetivos de Desarrollo Sostenible .....	- 45 -
<b>Figura 5.</b> Objetivos y Metas de los ODS en la Gestión de Residuos SÓLIDOS .....	- 46 -
<b>Figura 6.</b> Evolución del Ordenamiento Jurídico para la Gestión de Residuos Sólidos en Colombia. ....	- 52 -
<b>Figura 7.</b> Aprovechamiento de Residuos Plásticos Mediante Reciclaje .....	79
<b>Figura 8.</b> Principales características del municipio de Arauca .....	81
<b>Figura 9.</b> Población por área de residencia del municipio de Arauca .....	83
<b>Figura 10.</b> Árbol Problema Actividad de Aprovechamiento .....	91
<b>Figura 11.</b> Árbol de Objetivos – Actividad de Aprovechamiento. ....	92
<b>Figura 12.</b> Objetivos del programa de Aprovechamiento de Residuos Sólidos.....	93
<b>Figura 13.</b> Localización Relleno Sanitario Las Garzas.....	99
<b>Figura 14.</b> Flujograma aprovechamiento residuo plástico como materia prima .....	106
<b>Figura 15.</b> Flujograma aprovechamiento residuo plástico transformado como producto final.....	107
<b>Figura 16.</b> Comportamiento precios compra y venta material plástico reciclado Arauca .....	115
<b>Figura 17.</b> Empresas que adquieren residuos plásticos seleccionados y clasificados, presentan servicios de reciclaje a terceros o comercializan materia prima o producto terminado .....	117
<b>Figura 18.</b> Empresas transformadoras de residuos plásticos.....	119
<b>Figura 19.</b> Área de ubicación de las E.C.A según compatibilidad de suelo PBOT .....	139
<b>Figura 20.</b> Objetivos del programa Responsabilidad Social, Ambiental y Empresarial con la Inclusión de Recicladores .....	146
<b>Figura 21.</b> Empleo resina plástica reciclada - escenario seleccionado.....	153
<b>Figura 22.</b> Rutas de recolección de Residuos Sólidos Aprovechables y No aprovechables .....	156
<b>Figura 23.</b> Distribución Proyecto Planta de Aprovechamiento .....	158
<b>Figura 24.</b> Comparación ingresos y gastos alternativa seleccionada para un periodo de 10 años. ....	160

**LISTADO DE ANEXOS**

<b>Anexo 1.</b> Métodos para la reducción en la fuente .....	174
<b>Anexo 2.</b> Alternativas para la recolección de residuos plásticos .....	175
<b>Anexo 3.</b> Técnicas de separación e identificación de los plásticos.....	176
<b>Anexo 4.</b> Ejemplos de aplicaciones de los residuos recuperados por tipo de plástico.....	177
<b>Anexo 5.</b> Ejemplos de procesos de reciclaje químico .....	181
<b>Anexo 6.</b> Proyectos, Indicadores y Metas - Programa “Aprovechamiento de Residuos sólidos Arauca” .....	182
<b>Anexo 7.</b> Línea manual de Molido, Lavado y Secado de plásticos rígidos de 200 a 300kgrs/hora .....	184
<b>Anexo 8.</b> Extruder manual para perfilaría plásticas y/o madera 70mm x 1.800mm.....	184
<b>Anexo 9.</b> Instrumento - Entrevista a centros de Acopio y Comercialización de Residuos Plásticos.....	185

**SIGLAS Y ABREVIATURAS**

<b>B/C</b>	Beneficio/Costo
<b>BID</b>	Banco Interamericano de Desarrollo
<b>BM</b>	Banco Mundial
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático
<b>CONPES</b>	Consejo Nacional de Política Económica y Social
<b>CRA</b>	Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico
<b>DNP</b>	Departamento Nacional de Planeación
<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>GTC</b>	Guía Técnica Colombiana
<b>GIRS</b>	Gestión Integral de Residuos SÓLIDOS
<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
<b>ODS</b>	Objetivos de Desarrollo Sostenible
<b>ONU</b>	Organización de Naciones Unidas
<b>PGIRS</b>	Plan Integral de Residuos SÓLIDOS
<b>PND</b>	Plan Nacional de Desarrollo
<b>PNUMA</b>	Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente
<b>POT</b>	Plan de Ordenamiento Territorial
<b>RAS</b>	Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento
<b>TIR</b>	Tasa Interna de Retorno
<b>VPN</b>	Valor Presente Neto

## **Definiciones relativas al desarrollo de esta investigación decreto 2981\_ GTC 86<sup>1</sup>**

***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.(Desarrollo, 2013).

***Disposición final de residuos:*** es el proceso que consiste en el aislamiento y confinación de los residuos, en especial los no aprovechables, en forma definitiva, en lugares especialmente seleccionados y diseñados para evitar la contaminación y los daños o riesgos para la salud humana y el medio ambiente.

***Reciclaje:*** proceso mediante el cual se aprovechan y transforman los residuos recuperados y se devuelve a los materiales su potencialidad de reincorporación como materia prima o insumos para la fabricación de nuevos productos. El reciclaje puede incluir: procesos de tecnologías limpias, reconversión industrial, separación, recolección selectiva, acopio, reutilización, transformación y comercialización.(Icontec, n.d.).

---

<sup>1</sup> Definiciones presentadas de acuerdo con el decreto 2981 de 2013 y las Guías Técnicas Colombianas GTC 53-2 y GTC 86

***Residuo sólido aprovechable:*** Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo.(Desarrollo, 2013).

### **Términos asociados al aprovechamiento de residuos plásticos GTC 53-2<sup>2</sup>**

***Acondicionamiento:*** actividad mediante la cual los residuos plásticos son sometidos a operaciones de selección, reducción de tamaño, limpieza y/o control de calidad, para su posterior transformación.

***Gestión integral de residuos plásticos:*** es el conjunto de operaciones y disposiciones encaminadas a dar a los residuos plásticos producidos el destino más adecuado desde el punto de vista ambiental, de acuerdo con sus características, volumen, procedencia, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final.

***Reciclaje mecánico posindustria o primario:*** alternativa de valorización conducente a preservar el valor intrínseco de los residuos plásticos. Hace referencia al reciclaje de materiales plásticos industriales (tortas) y se lleva a cabo normalmente mediante la reincorporación al proceso de fabricación del material plástico recuperado, que permite obtener un producto con desempeño equivalente al producto original elaborado con resina virgen.

---

<sup>2</sup> Guide for taking advantage of plastic wastes

***Reciclaje mecánico posconsumo o secundario:*** se denominan así los procesos para aprovechar, los residuos de productos hechos con materiales plásticos, una vez que estos han terminado su vida útil, para obtener productos que tienen una menor exigencia de desempeño a los elaborados a partir de resina virgen. Incluye los residuos de materiales plásticos industriales cuyas características no permiten realizar un reciclaje primario (barridos).

## RESUMEN

El presente trabajo pretende determinar el potencial de aprovechamiento de los residuos plásticos en el municipio de Arauca a través de procesos de transformación y valorización, realizando un análisis desde tres perspectivas; la económica, la ambiental y la social en el marco de los procesos de desarrollo sostenible. Para ello inicialmente se realizó una revisión bibliográfica que permitiera establecer el estado actual en cuanto a los niveles de generación de residuos plásticos, su caracterización fisicoquímica, las técnicas y tecnologías de aprovechamiento, sus principales efectos ambientales y tendencias a nivel mundial, nacional y local. Así mismo se realizaron entrevistas a las unidades de comercialización de residuos y recuperadores locales que permitiera conocer las condiciones actuales y perspectivas de esta actividad. Adicionalmente se realizó visita técnica a las empresas de servicios públicos de los municipios de Tame y Saravena quienes realizan procesos de aprovechamiento; esto con el fin de conocer su experiencia en valorización de residuos, técnicas empleadas, procesos de comercialización, retos y perspectivas futuras. Adicionalmente se contrastó la información obtenida en campo y los datos registrados en el Plan Integral de Residuos Sólidos de Arauca 2017-2028, mediante simulación de dos escenarios de prefactibilidad basados en las experiencias de los municipios anteriormente mencionados en procesos de aprovechamiento mecánico de residuos plásticos teniendo en cuenta aspectos sociales, económicos, técnicos, operativos, financieros y comerciales fijados en el artículo 92 del decreto 2981 de 2013. Los resultados obtenidos muestran una practicable oportunidad de aprovechamiento con un claro beneficio social y ambiental para la comunidad de recicladores del municipio mediante el potencial reciclaje de aproximadamente de 60 toneladas mensuales de residuos plásticos.

**Palabras Clave:** Aprovechamiento; Impacto Ambiental; Plásticos; Reciclaje; Residuos.



## ABSTRACT

The present work tries to determine the potential of use of the plastic waste in the municipality of Arauca through processes of transformation and valorization, making an analysis from three perspectives; economic, environmental and social within the framework of sustainable development processes. Initially, a bibliographic review was carried out to establish the current status regarding the levels of generation of plastic waste, its physicochemical characterization, the techniques and technologies for its use, its main environmental effects and trends at the global, national and local levels. Likewise, interviews were carried out with the waste disposal and local recovery units that allowed to know the current conditions and perspectives of this activity. In addition, a technical visit was made to the public service companies of the municipalities of Tame and Saravena, who carry out harvesting processes; this in order to know their experience in waste valorization, techniques used, marketing processes, challenges and future perspectives. Additionally, the information obtained in the field and the data recorded in the Solid Waste Plan of Arauca 2017-2028 was contrasted, by simulating two pre-feasibility scenarios based on the experiences of the aforementioned municipalities in processes of mechanical use of plastic waste. taking into account social, economic, technical, operational, financial and commercial aspects set forth in article 92 of decree 2981 of 2013. The results obtained show an practicable opportunity for exploitation with a clear social and environmental benefit for the community of recyclers of the municipality through the potential recycling of approximately 60 monthly tons of plastic waste.

**Keywords:** Exploitation; Environmental Impact; Plastics; Recycling; Waste.

## 1. INTRODUCCIÓN

La presión a la que viene siendo expuesto el medio ambiente hoy día es irrefutable, palpable y visible por cada uno de nosotros como ciudadanos. Basta con salir de nuestros hogares camino a la escuela, sitios de trabajo o recreación para evidenciar los cambios continuados en nuestro entorno; nuevos edificios, supermercados, tiendas, automóviles, equipos tecnológicos y todo aquello que denominamos y es sinónimo de desarrollo. El desarrollo de las sociedades y la ciencia per se es una consecuencia y evidencia de nuestra capacidad de crear y construir mejores condiciones de vida, así como elementos y artilugios que la facilitan, sin embargo, a pesar de muchos esfuerzos, legislación y procesos de concienciación, persiste un desbalance en la ecuación para el desarrollo y su sostenibilidad con los predominantes modelos y actividades económicas, productivas y de consumo. Con este panorama poco alentador, han surgido en los últimos años diversas iniciativas y enfoques que, en lugar de perseguir únicamente el crecimiento económico, abogan por la consecución de un desarrollo sostenible que considere sus tres elementos –el medio ambiente, la economía y la sociedad–, mediante la aplicación de políticas, estrategias, tecnologías, e instrumentos a nivel internacional y nacional que los integren.

Es así como se manifiesta una de las consecuencias más negativas de origen antrópico para el medio ambiente en la actualidad, la descontrolada generación de residuos y su insuficiente tratamiento. Son variados los problemas derivados de los residuos, entre los que destacan, sin ser los únicos, los aspectos medioambientales, correspondiente a daños considerables sobre los

ecosistemas contaminando el aire, el suelo y las aguas, entre otros efectos negativos. La legislación actual en Colombia, así como en muchas partes del mundo establece que los residuos deben ser gestionados una vez generados, pero realizar una correcta gestión muchas veces conlleva a altos costos y los recursos económicos disponibles para ello pueden ser insuficientes por parte del estado y entes territoriales por lo que deben ser transferidos mayoritariamente a los usuarios. A su vez, si dicha gestión no es apropiada, la inconformidad por parte de las comunidades suele ser notoria y las problemáticas asociadas a la inadecuada gestión de estos residuos tienen un alto impacto en los sistemas de salud ligados a enfermedades por vectores y a la contaminación de los suelos y fuentes de agua por causa de la inadecuada disposición de estos. Aunque la orientación de las de las políticas públicas en la de gestión de residuos sea principalmente enfocada hacia salud pública y la protección ambiental, la génesis de la problemática puede hallarse en los propios sistemas de consumo y producción por lo que es preciso abordarla también desde un punto de vista social y económico. Es así que se considera que un sistema de gestión de residuos exitoso es aquel medioambientalmente sostenible, económicamente asequible y socialmente aceptable (Artaraz MIñon, 2010).

Los tipos de residuos generados en cualquier sociedad es altamente heterogénea pudiéndose clasificar en función de su estado físico, composición química, la naturaleza de su origen, la porción de materiales que lo componen o sus efectos potenciales sobre el medio. Una fracción importante de los residuos sólidos generados en el mundo corresponden a los residuos plásticos;

este material obtenido de procesos químicos de polimerización<sup>3</sup> ocupa un lugar predominante en las sociedades modernas debido a propiedades como flexibilidad, elasticidad, maleabilidad, durabilidad, resistencia y bajo coste, facilitando la producción de una amplia gama de productos para nuestro uso diario. Sin que sea una novedad que estamos produciendo cada vez más residuos, es preocupante saber que actualmente los residuos crecen a una mayor velocidad que la tasa de urbanización del mundo. Esto significa que las ciudades producen más desperdicios valorizables y no valorizables de lo que ellas mismas pueden manejar, así lo expone el informe “What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management” (Banco Mundial, 2012).

Algunos datos contenidos en este informe ofrecen una perspectiva de la problemática de los residuos en los próximos años; actualmente las ciudades alrededor del mundo generan aproximadamente 1.300 millones de toneladas de residuos sólidos por año. Este volumen se espera que aumente a 2,200 millones de toneladas para 2025. A nivel mundial, los costos de la gestión de los residuos sólidos aumentaron de \$ 205,4 mil millones al año y se proyecta elevarse a \$ 375.5 mil millones en 2025, es decir, un incremento en costos del 82,81%. (Banco Mundial, 2012, pág. 9). Bajo esta perspectiva se estima según cifras Banco Mundial que los residuos plásticos representan el 10% del total de los residuos sólidos a nivel global; en Colombia se estima que estos residuos plásticos representan el 10.78% de acuerdo con cifras del Banco Interamericano de Desarrollo; y en el municipio de Arauca bordean el 2,3% según cifras contenidas en la última actualización del PGIRS. Es por estas cifras y desafíos futuros a nivel local en cuanto a la gestión integral de sus residuos sólidos, pero especialmente sus residuos

---

<sup>3</sup> La polimerización es una reacción química en la que los monómeros, que son pequeñas moléculas con unidades estructurales repetitivas, se unen para formar una larga molécula en forma de cadena, un polímero. Cada polímero típico consta de mil o más de estos monómeros, que son como los ladrillos del edificio. (Solóciencia, n.d.)

plásticos la presente investigación está dirigida a identificar el potencial aprovechamiento y las alternativas de valorización de este tipo de residuos en el municipio de Arauca de forma tal que se integren las perspectivas ambiental, económica y social en un marco de sostenibilidad.

## 2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Hace aproximadamente cinco décadas; los años 70 en los Estados Unidos, se empezó a acuñar el término recuperación de materiales en lo relativo a los residuos sólidos tales como el papel, cartón, plástico, vidrio, metales ferrosos, aluminio entre otros. El término se expresaba como una función económica donde el valor en el mercado y la cantidad disponible de los materiales recuperados permitieran viabilizar procesos de aprovechamiento. (Ingeniería & Administración - Tchobanoglous, 1982). Años más tarde, la recuperación y valorización de los residuos de origen antrópico fue incorporada gradualmente con mayor fuerza en las agendas internacionales, nacionales y locales a partir de las Conferencias de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo<sup>4</sup>, Río en (1992), Johannesburgo (2002) y Río+20 (2012).

Ya en el año 2015, Colombia y otras 192 naciones en el mundo adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. A éstos se les conoce como:

“Los Objetivos de Desarrollo Sostenible<sup>5</sup> (Organización de Naciones Unidas, 2015). En esta

---

<sup>4</sup> La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio ambiente y el Desarrollo, es un encuentro internacional entre jefes de estado de todos los países del mundo, con el objetivo de lograr acuerdos sobre el medio ambiente, desarrollo, cambio climático, biodiversidad y otros temas relacionados.

<sup>5</sup> Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Mundiales, son un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad. Estos 17 Objetivos se basan en los logros de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, aunque incluyen nuevas esferas como el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el

agenda mundial la gestión de residuos se enmarcó en los objetivos once: “Ciudades y Comunidades Sostenibles” y doce “Producción y Consumo Responsable”, convirtiéndose en un marco de actuación para la gestión de residuos en el mundo al año 2030. Así mismo el gobierno nacional realizó su mayor reciente apuesta en la atención a esta problemática en el año 2016 a través de la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos contenida en el documento del Consejo de Política Económica y Social, Conpes 3874; ésta se propone fundamentalmente avanzar hacia una economía circular<sup>6</sup>, la cual busca que el valor de los productos y materiales se mantengan durante el mayor tiempo posible en el ciclo productivo. Así mismo, considerando las progresivas proyecciones de generación de residuos, asociadas con el aumento demográfico y el crecimiento económico del país en los próximos años se hacen necesarias acciones sistemáticas en la gestión de residuos fundamentados en los ejes de la actual política como lo son; (i) la prevención en la generación de residuos; (ii) la minimización de aquellos que van a sitios de disposición final; (iii) la promoción de la reutilización, aprovechamiento y tratamiento de residuos sólidos; y (iv) evitar la generación de gases de efecto invernadero (CONPES 3874, 2016).

De acuerdo con las diferentes investigaciones y estudios de caracterización y cuantificación que se han hecho de los residuos sólidos que se generan en Colombia, según el informe nacional

---

consumo sostenible y la paz y la justicia, entre otras prioridades. (“Objetivos de Desarrollo Sostenible | UNDP,” n.d.)

<sup>6</sup> Modelo que busca que el valor de los productos, los materiales y los recursos se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuos.

de disposición de residuos sólidos del 2015 presentado por la Superintendencia de Servicios Públicos – SSP para el año 2014, Colombia generó aproximadamente 13,8 millones de toneladas anuales de residuos sólidos; así mismo se proyecta por esta entidad que para el año 2030 se llegue a producir en el país 18,74 toneladas de residuos sólidos representando un crecimiento del 13,74%. Por otra parte, referente a la información de aprovechamiento se presentan grandes dificultades para establecer cifras globales debido a la informalidad del mercado y a la ausencia de mecanismos de recolección de datos por parte de las autoridades competentes. Sin embargo, existe información recopilada por organizaciones privadas, ONG y algunas entidades gubernamentales a través de diferentes estudios de consultoría e investigación. A partir de ésta se calculó que la tasa nacional de aprovechamiento<sup>7</sup> fue 17% en el año 2013 respecto a la totalidad de los residuos sólidos municipales generados y suponiendo que no se realiza aprovechamiento de residuos orgánicos” (CONPES 3874. 2016, pág. 43).

En cuanto los antecedentes de tasas aprovechamiento de residuos sólidos municipales en Arauca, se presentan cifras muy bajas o casi nulas, éstas se pueden extraer de la información contenida en los Planes Integrales de Gestión de Residuos Sólidos 2009 y 2016. En el PGIRS 2009 se registra como un único esfuerzo una iniciativa de aprovechamiento en residuos orgánicos en el periodo 2002 a 2004 a través de una planta piloto para el manejo integral de residuos sólidos en el municipio (PMIRS), que contó con una infraestructura de recepción y separación de los residuos, un área de compostaje, tamizado de bioabono y un área para

---

<sup>7</sup> La tasa de aprovechamiento se estimó como la relación entre el total de las toneladas de residuos sólidos aprovechadas y el total de las toneladas de residuos sólidos generados (residuos dispuestos en rellenos más residuos aprovechados).



recuperación de material reciclable. Para el caso del aprovechamiento mecánico o transformación de residuos plásticos esta investigación no registra en documentos o registro comercial iniciativas privadas o públicas a la fecha orientadas a esta actividad en el municipio de Arauca.

### **3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Qué oportunidades económicas se presentan actualmente en el municipio de Arauca, derivadas del potencial aprovechamiento de los residuos plásticos generados en el territorio visto desde la perspectiva del desarrollo sostenible?

### **4. JUSTIFICACIÓN**

Según datos consultados en el plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS - Arauca) 2017-2028, se estima que actualmente el municipio de Arauca genera aproximadamente 295 toneladas/semana de residuos sólidos; esta tasa generación se calculó teniendo en cuenta la resolución 236 de 2002 de la comisión de regulación de agua potable y saneamiento básico por la cual se estableció la metodología para la realización de aforos a multiusuarios y se modificó la resolución 233 de 2002; dicha resolución establece que para calcular la cantidad total de residuos recolectados por mes, se multiplica el valor simple de producción semanal recolectada por el número de semanas que equivale a 4.34 semanas; así entonces, se determinó para el municipio de Arauca una cantidad de residuos sólidos recolectados mensual de 1281,95 toneladas. Con base a los monitoreos globales realizados, se estimó que la fracción porcentual de los residuos

del municipio corresponde a orgánicos (73%), plástico (2,31%), vidrio (1,21%), cartón (1,72%) y aluminio (0,10%). De acuerdo con estos datos para la época de caracterización global realizada en el PGIRS, año 2016, la oferta mensual de residuos plásticos fue de aproximadamente 30 toneladas<sup>8</sup>, lo que los ubica como el tercer tipo de residuo con mayor potencial de aprovechamiento pero que paradójicamente en la actualidad están siendo depositados en el relleno sanitario las Garzas del municipio. Claramente este tipo de residuo pudiese tener otro tipo de destino final al separarlos, caracterizarlos y transformarlos para su reincorporación al ciclo productivo lo cual permitiría desarrollar procesos de aprovechamiento y conferirles un valor agregado; generando fuentes de empleo formales a los recicladores mejorando así sus condiciones de vida; esto también conllevaría a disminuir los impactos ambientales derivados del tratamiento menos deseable dentro de la gestión integral de los residuos plásticos que corresponde al vertido directo o disposición final al relleno sanitario.

Desde el ámbito normativo, actualmente el municipio de Arauca incumple lo dispuesto en el artículo 90 del decreto 2981 de 2013. En éste se reglamenta la prestación del servicio público de aseo y estipula que se deben desarrollar procesos de aprovechamiento de residuos; en esta norma se define que: “Los municipios y distritos al actualizar el respectivo plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) están en la obligación de diseñar, implementar y mantener actualizados, programas y proyectos sostenibles de aprovechamiento de residuos sólidos. En

---

<sup>8</sup> La cantidad de residuos plásticos aquí descritas corresponde solo a los datos contenidos en el PGIRS, sin embargo, existe un mercado paralelo desarrollado por los recicladores o recuperadores que desvían materiales y los comercializan con ocho (8) centros de acondicionamiento y comercialización “chatarrerías” ubicados en el municipio de Arauca, lo cual aumentaría en un alto porcentaje de material plástico disponible para aprovechamiento.

desarrollo de esta actividad deberán dar prioridad a los estudios de factibilidad sobre aprovechamiento de residuos.”

Por último, es importante mencionar que existe una población en condición de vulnerabilidad vinculada a la actividad del reciclaje en el municipio que se vislumbra como principales beneficiarios directos a través de estrategias y acciones encaminadas a su vinculación vía implementación de procesos de aprovechamiento como los señalan explícitamente los artículos 88 y 92 del decreto 2981 de 2013.

Con el fin de ampliar el panorama y condiciones actuales de los recicladores del municipio, a continuación, se presenta una caracterización básica de esta población. De acuerdo con el censo realizado en el PGIRS de Arauca se determinó que aproximadamente un 54% (59 recicladores) encontrados pertenecen a algún tipo de organización; que el 68% de la población recicladora del municipio son hombres, mientras que solo un 33% son mujeres, en su mayoría madres cabeza de hogar. Respecto al nivel educativo la mayoría de los recicladores de oficio (75,31%) cuenta con nivel educativo primaria o secundaria, el restante 24,69 % no cuenta con ningún tipo de educación. El 77,90% de la población recicladora encuestada cuenta con vivienda propia, el 70% no cuenta con trabajos o fuentes de ingreso alternas, el 100% percibe ingresos semanales menores a \$ 500.000 y el 56, 79% ejerce la actividad del reciclaje desde hace menos de 10 años. Solo un 8,64% de la población recicladora ejerce la actividad desde hace más de 20 años.(PGIRS Arauca, 2016, pag.85)

## **5. OBJETIVO GENERAL**

Determinar las oportunidades socioeconómicas derivadas del potencial aprovechamiento de los residuos plásticos generados en el municipio de Arauca, así como sus principales beneficios sociales, económicos y ambientales.

### **5.1 Objetivos Específicos**

Conocer las actuales condiciones de aprovechamiento de los residuos plásticos en el municipio de Arauca.

Realizar la simulación de dos (2) escenarios de prefactibilidad técnica y financiera para el aprovechamiento de residuos plásticos orientados a los procesos de formalización de la población de recicladores del municipio de Arauca

Determinar los beneficios sociales, económicos y ambientales derivados del potencial aprovechamiento de residuos plásticos en el municipio.

Establecer líneas de acción orientadas al aprovechamiento de los residuos plásticos en el municipio de Arauca en el marco de los programas y proyectos del plan integral de residuos sólidos PGIRS.

## **6. CAPÍTULO 1 MARCO TEÓRICO**

*Una aproximación a la base conceptual, legal y técnica de los residuos sólidos...*

## 6.1 RESIDUOS SÓLIDOS

Al estudiar y analizar el mundo de los residuos hay que estar dispuesto a entrar en cuestiones profundas y complejas de la física, la química y diferentes áreas de la ingeniería que pudiesen ser abordadas desde diferentes perspectivas entre las que se encuentran la legal, ambiental, económica, aspectos sociales entre otros. En este apartado se pretende desarrollar una aproximación a la base conceptual, legal y técnica en la gestión de los residuos sólidos con especial énfasis a los residuos plásticos.

En primera instancia se debe abordar la definición misma del término residuo y su variación en función del contexto en que se aplique. La Comisión Europea, que define residuo como cualquier substancia u objeto perteneciente al “Catálogo Europeo de Residuos CER<sup>9</sup>” y del cual su poseedor se desprende o tiene la intención o la obligación de desprenderse. Otra definición más etimológica define los residuos como un “resto” o material que pierde utilidad tras haber cumplido con su misión o servido para realizar un determinado fin, mientras que la Real Academia de la Lengua define residuo como cualquier material que queda como inservible después de haber realizado un trabajo u operación.

---

<sup>9</sup> El CER está destinado a ser una nomenclatura de referencia que sirva de terminología común en toda la Comunidad con el fin de aumentar la eficacia de las actividades de gestión de residuos. A tal respecto, el Catálogo Europeo de Residuos constituirá la referencia básica del programa comunitario de estadísticas de residuos, iniciado de conformidad con la Resolución del Consejo, de 7 de mayo de 1990, sobre la política en materia de residuos.

Una vez revisada la definición de residuo, es importante establecer los diferentes tipos de clasificación utilizadas. En realidad, la clasificación de los residuos puede responder a diferentes criterios entre los cuales se encuentra, la naturaleza de su origen –mineros, agrícolas, hospitalarios, urbanos, etc.–, el material del que están compuestos –vidrio, papel, metal, plástico, etc.–, o sus potenciales efectos –peligrosos, inertes, etc.–.

Uno de los criterios más utilizados es la clasificación según su estado físico considerándose tres grandes tipos de residuos; 1. Emisiones a la atmósfera, 2. Vertidos líquidos y 3. Residuos sólidos.(Artaraz MIñon, 2010). Así mismo, desde un punto de vista más amplio los residuos se pueden clasificar de acuerdo con cuatro criterios, 1) Según su estado físico, 2) Según el origen de los residuos, 3) Según su composición y 4) Según su peligrosidad. Ver tabla 1.

**Tabla 1.**  
*Clasificación de los residuos*

Tipos de Residuos SÓLIDOS	Según su estado físico	SÓLIDOS
		Según su fuente de generación
	Según su composición	Orgánicos Inorgánicos
	Según su peligrosidad <sup>10</sup>	Radioactivo

<sup>10</sup> Residuo o desecho peligroso. Es aquel residuo o desecho que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas o radiactivas puede causar riesgo o daño para la salud humana y el ambiente. Así mismo, se considera residuo o desecho peligroso los envases, empaques y embalajes que hayan estado en contacto con ellos. [Decreto 4741 de 2005 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial].

<sup>10</sup> Residuos Sólidos. Guía para la separación en la fuente.

Tóxicos y Radio Activos  
Inertes

Fuente. Construcción propia

La presente investigación se centrará el tipo de residuos sólidos entre los cuales se encuentra el subtipo de los residuos plásticos. Con el objetivo de dar una primera mirada integral enfocada a los procesos de aprovechamiento se tendrán en cuenta la primera fase necesaria para desarrollar estos procesos después de la generación y la separación en la fuente; para esto la investigación toma como referencia la Guía Técnica Colombiana GTC 24:2009<sup>11</sup>; ésta proporciona pautas para la separación de los materiales que componen los residuos aprovechables no peligrosos de acuerdo con sus diferentes fuentes de generación. (ICONTEC;2009) (Ver tabla 2).

**Tabla 2.**  
*Tipos de residuo para la separación en la fuente*

Tipo de residuo	Clasificación	Ejemplos
Residuos no peligrosos	Aprovechable	Cartón y papel (hojas, plegadiza, periódico, carpetas). Vidrio (Botellas, recipientes) A. Plásticos (bolsas, garrafas, envases, tapas) A Residuos metálicos (chatarra, tapas, envases) A Textiles (ropa, limpiones, trapos) Madera (aserrín, palos, cajas, guacales, estibas) Cuero (Ropa, accesorios) Empaques compuestos (cajas de leche, cajas jugo, cajas de licores, vasos y contenedores desechables) A
	No aprovechable	Papel tissue (papel higiénico, paños húmedos, pañales, toallas de mano, toallas sanitarias, protectores diarios) Papeles encerados, plastificados, metalizados Cerámicas Vidrio Plano Huesos Material de barrido Colillas de cigarrillo

<sup>11</sup> Residuos Sólidos. Guía para la separación en la fuente.



---

Orgánicos Biodegradables	Residuos de comida Cortes y podas de materiales vegetales hojarasca
Residuos peligrosos	A nivel doméstico se generan algunos de los siguientes residuos peligrosos: Pilas, lámparas fluorescentes, aparatos eléctricos y electrónicos Productos químicos varios como aerosoles inflamables, solventes, pinturas, plaguicidas, fertilizantes, aceites y lubricantes usados, baterías de automotores y sus respectivos envases o empaques. Medicamentos vencidos
Residuos especiales <sup>12</sup>	Residuos con riesgo Biológico tales como: cadáveres  Escombros Llantas usadas Colchones Residuos de gran volumen como por ejemplo: muebles, estanterías, electrodomésticos.
NOTA 1	Se recomienda que los envases estén enjuagados y secos para garantizar su valorización Para que los residuos no sean clasificados como peligrosos no pueden estar impregnados o haber estado en contacto con sustancias clasificadas como peligrosas.

---

Fuente. GTC 24:2009

Antes de entrar en cualquier consideración acerca de los procesos de aprovechamiento de residuos, es importante conocer algunas definiciones de los residuos sólidos, para esto la guía para la separación en la fuente GTC24 define los residuos sólidos como “cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final”. El decreto 2981 de 2013 que reglamenta la prestación del servicio público de aseo parcializa esta definición hacia la entrega por parte del generador al gestor del servicio de aseo sin incluir explícitamente procesos de aprovechamiento

---

<sup>12</sup> Residuos especiales. Son aquellos que por su tamaño, cantidad o composición requieren de una gestión con características diferentes a las convencionales consideradas en el servicio de aseo.(ICONTEC 2009).

o transformación de dichos residuos, es decir como una actividad complementaria del servicio público de aseo donde el gestor realiza procesos de recolección selectiva y transporte a los centros de clasificación y aprovechamiento. Una vez abordado los conceptos de clasificación de los residuos, tipos de residuos sólidos y su definición es importante identificar qué tipos de estos residuos pueden ser objeto de aprovechamiento y cuando no. Ver tabla 3., adicionalmente se tomará nuevamente como base los conceptos establecidos por el decreto 2981 y la GTC 86.

**Tabla 3.**

*Definición Técnica Residuos sólidos aprovechables y no aprovechables*

Residuo Solido Aprovechable Tomado del decreto 2981 de 2013	Residuo Sólido No Aprovechable Tomado de la Guía para la Implementación de la Gestión Integral de Residuos –GTC 86
Es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo.	Es todo material o sustancia de origen orgánico e inorgánico, putrescible o no, proveniente de actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que no ofrece ninguna posibilidad de aprovechamiento, reutilización o reincorporación en un proceso productivo. Son residuos que no tienen ningún valor comercial, requieren tratamiento y disposición final y, por lo tanto, generan costos de disposición.

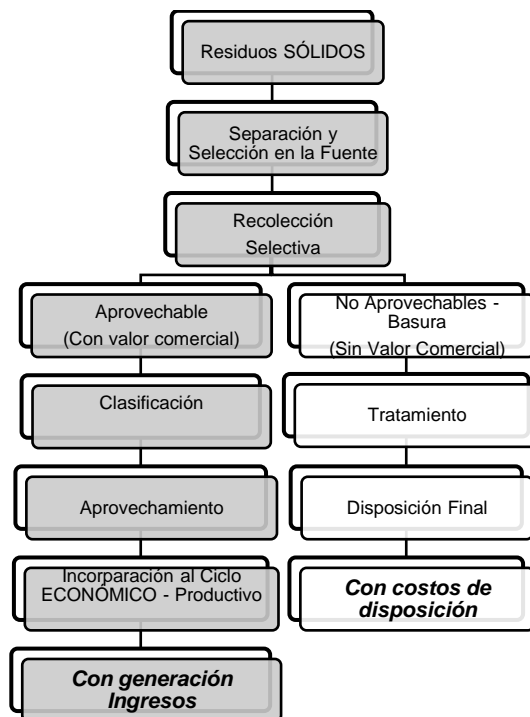
Fuente. Construcción propia

Tras haber analizado los conceptos de residuos sólidos aprovechables y no aprovechables desde la óptica de su tipología, ciclos económicos - productivos y la generación de ingresos resultan varias conclusiones importantes para efectos de esta investigación. La primera radica en que todo residuo aprovechado retorna al ciclo productivo con tres claros beneficios, la primera consistente en la no extracción del medio de materia prima para la manufactura de productos, la segunda en la recuperación de una parte de la energía inicial utilizada para la manufactura de un producto en un nuevo ciclo y la tercera derivadas de las dos primeras es la generación de ingresos vía aprovechamiento. En contraste los residuos no aprovechables por su tipología,

peligrosidad o contaminación requieren un coste de tratamiento y por ende un coste de disposición.

En el siguiente apartado de este trabajo de investigación se hará énfasis en las implicaciones que conlleva a que aquellos residuos que con potencial de aprovechamiento en la actualidad son tratados como basura y las nuevas tendencias mundiales, nacionales y locales que pretenden revertir esta situación. La siguiente figura muestra estas dos rutas de forma esquemática para facilitar su comprensión.

**Figura 1.**  
*Ruta de Aprovechamiento y Tratamiento de Residuos*



Fuente. Observatorio Ambiental Secretaria Distrital de Ambiente, Alcaldía Bogotá

### ***6.1.2 Aproximación a los residuos sólidos a nivel mundial***

A medida que el mundo se precipita hacia un entorno predominantemente urbano, la cantidad de sólidos municipales se transforman en uno de los más importantes subproductos de un estilo de vida urbano, estos están creciendo incluso más rápido que la tasa de urbanización. Hace diez años había 2.9 billones de habitantes en zonas urbanas que generaron alrededor de 0.64 kg., de residuos sólidos por persona/día (0,68 mil millones) toneladas por año; este informe estima que hoy estos montos han aumentado a alrededor de 3 mil millones de residentes que generan 1.2 kg., por persona/día (1.3 billones de toneladas por año). Para 2025, esto probablemente aumentará a 4.3 billones de residentes urbanos generando alrededor de 1.42 kg., de residuos sólidos persona/día.(Banco Mundial, 2012). Realizando una comparación para el 2016; Colombia de acuerdo con el DANE generó 0.79 por persona/día y el municipio de Arauca según se registra en el PGIRS 2017-2028 generó 0.54kg., por persona /día, es decir por debajo del promedio nacional y global.

Continuando con el informe del Banco Mundial What a Waste “A Global Review of Solid Waste Management”, se constata que existe una relación directamente proporcional entre el ingreso, el volumen y tipología de los residuos sólidos producidos, así como su tratamiento. Para entender esta dinámica se presenta a continuación en primera instancia la clasificación de los países a nivel global por ingresos, continuando con los niveles de tratamiento y mayores aprovechamientos mientras se posee un mayor ingreso y educación.

**Tabla 4.**  
*Clasificación de Países de acuerdo con su Ingreso*

Lower Income (LI)	Lower Middle Income (LMI)	Upper Middle Income (UMI)	High Income (HIC)
Chad	Bulgaria	Colombia	Barbados
Comoros	Cameroon	Costa Rica	Belgium
Congo, Dem. Rep.	Cape Verde	Cuba	Brunei Darussalam
Eritrea	China	Dominica	Canada
Ethiopia	Congo, Rep.	Dominican Republic	Croatia
Gambia	Cote d'Ivoire	Fiji	Cyprus
Ghana	Ecuador	Gabon	Czech Republic
Guinea	Egypt, Arab Rep.	Georgia	Denmark
Haiti	El Salvador	Grenada	Estonia
Kenya	Guatemala	Jamaica	Finland
Lao PDR	Guyana	Latvia	France
Liberia	Honduras	Lebanon	Germany
Madagascar	India	Lithuania	Greece
Malawi	Indonesia	Malaysia	Hong Kong, China
Mali	Iran, Islamic Rep.	Mauritius	Hungary
Mauritania	Iraq	Mexico	Iceland
Mongolia	Jordan	Myanmar	Ireland
Mozambique	Lesotho	Namibia	Israel
Nepal	Macedonia, FYR	Panama	Italy
Niger	Maldives	Peru	Japan
Rwanda	Marshall Islands	Poland	Korea, South
Senegal	Morocco	Romania	Kuwait
Serbia	Nicaragua	Russian Federation	Luxembourg
Sierra Leone	Nigeria	Seychelles	Macao, China

Continuación tabla 4

Sierra Leone	Nigeria	Seychelles	Macao, China
Tanzania	Pakistan	South Africa	Malta
Togo	Paraguay	St. Kitts and Nevis	Monaco
Uganda	Philippines	St. Lucia	Netherlands
Vanuatu	Sao Tome and Principe	St. Vincent and the Grenadines	New Zealand
Vietnam	Solomon Islands	Suriname	Norway
Zambia	Sri Lanka	Tajikistan	Oman
Zimbabwe	Sudan	Uruguay	Portugal
	Swaziland	Venezuela, RB	Qatar
	Syrian Arab Republic		Saudi Arabia
	Thailand		Singapore
	Tonga		Slovak Republic
	Tunisia		Slovenia
	Turkey		Spain
	Turkmenistan		Sweden
	West Bank and Gaza		Switzerland
			Trinidad and Tobago
			United Arab Emirates
			United Kingdom
			United States

Fuente. What a Waste 2012 “A Global Review of Solid Waste Management.

**Tabla 5.**  
*Comparación en las Prácticas de Gestión por Nivel de Ingreso*

Activity	Low Income	Middle Income	High Income
Source Reduction	No organized programs, but reuse and low per capita waste generation rates are common.	Some discussion of source reduction, but rarely incorporated into an organized program.	Organized education programs emphasize the three 'R's' – reduce, reuse, and recycle. More producer responsibility & focus on product design.
Collection	Sporadic and inefficient. Service is limited to high visibility areas, the wealthy, and businesses willing to pay. High fraction of inerts and compostables impact collection—overall collection below 50%.	Improved service and increased collection from residential areas. Larger vehicle fleet and more mechanization. Collection rate varies between 50 to 80%. Transfer stations are slowly incorporated into the SWM system.	Collection rate greater than 90%. Compactor trucks and highly mechanized vehicles and transfer stations are common. Waste volume a key consideration. Aging collection workers often a consideration in system design.
Recycling	Although most recycling is through the informal sector and waste picking, recycling rates tend to be high both for local markets and for international markets and imports of materials for recycling, including hazardous goods such as e-waste and ship-breaking. Recycling markets are unregulated and include a number of 'middlemen'. Large price fluctuations.	Informal sector still involved; some high technology sorting and processing facilities. Recycling rates are still relatively high. Materials are often imported for recycling. Recycling markets are somewhat more regulated. Material prices fluctuate considerably.	Recyclable material collection services and high technology sorting and processing facilities are common and regulated. Increasing attention towards long-term markets.  Overall recycling rates higher than low and middle income. Informal recycling still exists (e.g. aluminum can collection.) Extended product responsibility common.
Composting	Rarely undertaken formally even though the waste stream has a high percentage of organic material. Markets for, and awareness of, compost lacking.	Large composting plants are often unsuccessful due to contamination and operating costs (little waste separation); some small-scale composting projects at the community/ neighborhood level are more sustainable. Composting eligible for CDM projects but is not widespread. Increasing use of anaerobic digestion.	Becoming more popular at both backyard and large-scale facilities. Waste stream has a smaller portion of compostables than low- and middle-income countries. More source segregation makes composting easier. Anaerobic digestion increasing in popularity. Odor control critical.
Incineration	Not common, and generally not successful because of high capital, technical, and operation costs, high moisture content in the waste, and high percentage of inerts.	Some incinerators are used, but experiencing financial and operational difficulties. Air pollution control equipment is not advanced and often by-passed. Little or no stack emissions monitoring. Governments include incineration as a possible waste disposal option but costs prohibitive. Facilities often driven by subsidies from OECD countries on behalf of equipment suppliers.	Prevalent in areas with high land costs and low availability of land (e.g., islands). Most incinerators have some form of environmental controls and some type of energy recovery system. Governments regulate and monitor emissions. About three (or more) times the cost of landfilling per tonne.
Landfilling/ Dumping	Low-technology sites usually open dumping of wastes. High polluting to nearby aquifers, water bodies, settlements. Often receive medical waste. Waste regularly burned. Significant health impacts on local residents and workers.	Some controlled and sanitary landfills with some environmental controls. Open dumping is still common. CDM projects for landfill gas are more common.	Sanitary landfills with a combination of liners, leak detection, leachate collection systems, and gas collection and treatment systems. Often problematic to open new landfills due to concerns of neighboring residents. Post closure use of sites increasingly important, e.g. golf courses and parks.
Costs (see Annex E)	Collection costs represent 80 to 90% of the municipal solid waste management budget. Waste fees are regulated by some local governments, but the fee collection system is inefficient. Only a small proportion of budget is allocated toward disposal.	Collection costs represent 50% to 80% of the municipal solid waste management budget. Waste fees are regulated by some local and national governments, more innovation in fee collection, e.g. included in electricity or water bills. Expenditures on more mechanized collection fleets and disposal are higher than in low-income countries.	Collection costs can represent less than 10% of the budget. Large budget allocations to intermediate waste treatment facilities. Up front community participation reduces costs and increases options available to waste planners (e.g., recycling and composting).

Fuente. What a Waste 2012 “A Global Review of Solid Waste Management”

## 6.2 GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS

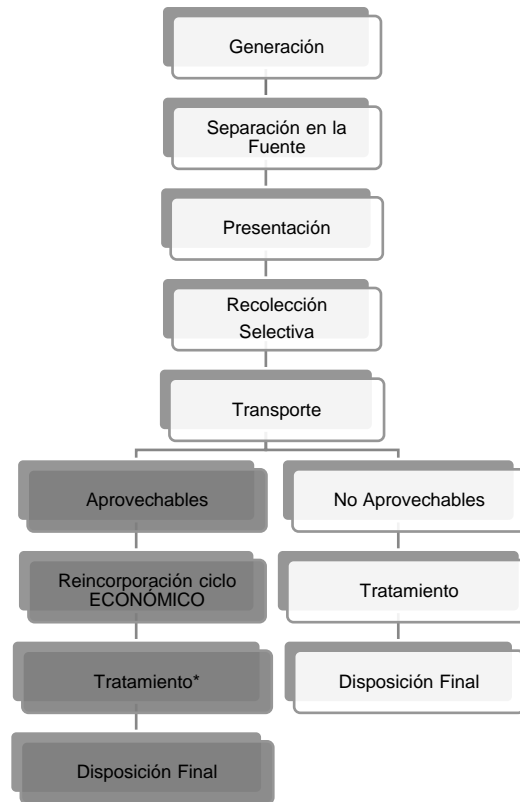
La gestión integral de los residuos sólidos procura la recuperación, el transporte y el tratamiento diferenciado de los residuos sólidos, conforme el tipo de residuo y su potencial de aprovechamiento<sup>13</sup>. Este enfoque supone lograr desarrollar un sistema de gestión medioambientalmente sostenible, económicamente factible y socialmente aceptable; se trata en definitiva de aplicar la idea de la sostenibilidad a la gestión de residuos, un concepto que ha ido adquiriendo importancia en los durante las dos últimas décadas. Así mismo la gestión integral comprende varias etapas desde su generación entre las que se encuentran la separación en la fuente, recolección, transferencia y transporte, aprovechamiento, tratamiento y su disposición final. (CONPES 3874., 2016). Con el objetivo de facilitar la identificación de las diferentes etapas a continuación se presenta la figura 2

---

<sup>13</sup> En el marco de la gestión integral de residuos sólidos, aprovechamiento, es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales y/o económicos. Definición extraída de la Guía para la implementación de la Gestión Integral De Residuos –GTC 86



**Figura 2.**  
*Etapas Gestión Integral de Residuos SÓLIDOS*

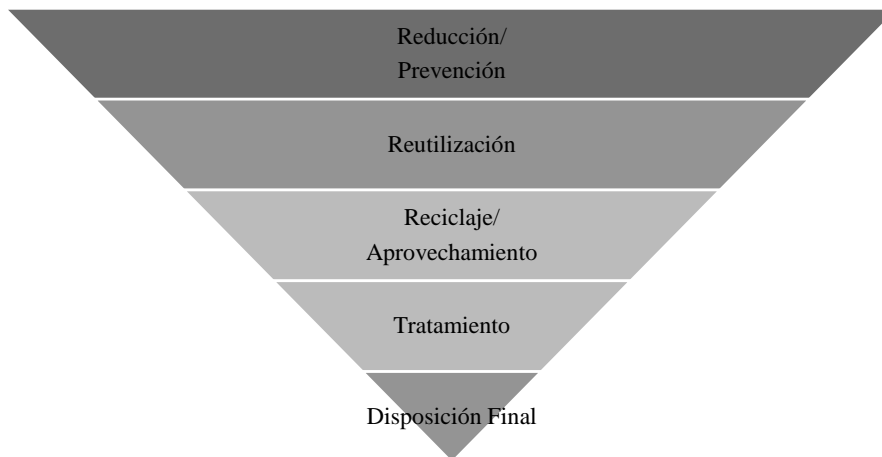


Fuente. Construcción Propia

Desde esta perspectiva, es importante indicar el orden de preferencia de medidas conducentes a reducir y gestionar los residuos, lo que se conoce como jerarquía en la gestión de los residuos (CONPES 3874, 2016). La jerarquía de residuos es un concepto que muestra el tipo y prioridad de tratamiento que debe recibir un residuo. La pirámide inversa de la figura N° 3 busca sensibilizar acerca de las acciones contrarias que se realiza en la gestión de residuos en las sociedades modernas; siendo la reducción la primera acción que debiera priorizarse a partir de este concepto y como última instancia después de agotar las etapas previas la disposición final o

vertimiento. Para el caso de esta investigación se determinará como se desarrollan las cinco (5) etapas de la jerarquización de los residuos en el municipio de Arauca.

**Figura 3.**  
*Jerarquía en la Gestión de los Residuos*



Fuente. Documento Conpes 3874; 2016

### **6.2.1 Gestión integral de residuos sólidos, Colombia en el contexto mundial - instancias de participación compromisos y metas internacionales**

Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) - En el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)<sup>14</sup>. El 25 de septiembre de 2015, Colombia y otras 192 naciones en el mundo

---

<sup>14</sup> Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Mundiales, son un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad. Estos 17 Objetivos se basan en los logros de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, aunque incluyen nuevas esferas como el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible y la paz y la justicia, entre otras prioridades. Los Objetivos están interrelacionados, con frecuencia la clave del éxito de uno involucrará las cuestiones más frecuentemente vinculadas con otro. ("Objetivos de Desarrollo Sostenible | UNDP," n.d.)

adoptaron un conjunto de objetivos globales para erradicar la pobreza, proteger el planeta y asegurar la prosperidad para todos como parte de una nueva agenda de desarrollo sostenible. A éstos se les conoce como: “Los Objetivos de Desarrollo Sostenible”(Organización de Naciones Unidas, 2015), compuestos por 17 objetivos y 169 metas. Actualmente los 193 estados miembros de la Organización de las Naciones Unidas ONU fijan, aprueban y se comprometen a desarrollar esfuerzos propios y conjuntos para alcanzar estos objetivos de desarrollo sostenible al año 2030.

**Figura 4.**  
*Comparativo Objetivos del Milenio vs Objetivos de Desarrollo Sostenible*



Fuente. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD; 2015

En esta nueva agenda mundial del desarrollo sostenible, la gestión de residuos se enmarca en los objetivos 11 Ciudades y Comunidades Sostenibles y 12 Producción y Consumo Responsable.

**Figura 5.**

*Objetivos y Metas de los ODS en la Gestión de Residuos SÓLIDOS*



Fuente. Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD; 2015

***Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) – en el marco de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC)<sup>15</sup>***

En diciembre de 2015, Colombia participó en la vigésima primera reunión de la Conferencia de las Partes (COP 21) de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). En este encuentro, el país se comprometió a reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero<sup>16</sup> (GEI) en un 20% con respecto a las emisiones proyectadas para el año 2030 (CONPES 3874, 2016 pag.18).

---

<sup>15</sup> La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) fue adoptada en 1992, como un marco de cooperación internacional para limitar el aumento de la temperatura media mundial y limitar así el cambio climático resultante, a la vez que hacer frente a sus impactos ya inevitables.(Organización de Naciones Unidas, n.d.)

<sup>16</sup> De acuerdo con datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), el sector residuos aporta el 6% de las emisiones de GEI en el país.

De acuerdo con la caracterización de residuos realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo BID en el año 2015 para las principales ciudades del país (Bogotá, Medellín, Cali y Barranquilla), arrojó que el 61,54% de los residuos sólidos corresponde a materia orgánica como fuente principal de GEI (6%) y para el caso de análisis del presente estudio el residuo plástico corresponde a un 10,78% del total de residuos generados.

***Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) – en el marco de acceso de Colombia a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)<sup>17</sup>***

En enero del año 2011 el estado colombiano manifiesta su intención de ingreso a la OCDE, para que se haga efectivo este objetivo se deben superar 23 comités, entre el que se encuentra el Compite de Política Ambiental, siendo aceptado formalmente el 9 de febrero de 2017 como miembro de este comité. Con la expedición de la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos (CONPES 3874 de 2016) y la Política Nacional para la Gestión del Riesgo Asociado al Uso de Sustancias Químicas (CONPES 3868 de 2016), Colombia completó respectivamente, una de las tareas para ingresar al Comité Ambiental. (“Colombia ingresa al comité de política ambiental de la OCDE | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible,” n.d.). Dentro de los instrumentos relacionados con residuos sólidos se acordaron cuatro instrumentos en materia de residuos no peligrosos: (i) política de gestión integral de residuos que

---

<sup>17</sup> La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos - OCDE, es un organismo internacional que agrupa a 34 países miembros y promueve buenas prácticas en el diseño e implementación de políticas públicas. Su fin último es el de mejorar el bienestar de la sociedad. La OCDE ofrece un foro donde los gobiernos pueden trabajar conjuntamente para compartir experiencias, buscar soluciones a los problemas comunes y fijar estándares internacionales a partir de prácticas y experiencias reales en un amplio rango de áreas que incluyen temas de desarrollo económico, sociales, comerciales, ambientales, de política digital y de gobierno abierto, entre otros.

satisfaga objetivos de protección ambiental, teniendo en cuenta limitantes económicas y condiciones locales; y para el caso del presente análisis “(ii) manejo de residuos económicamente eficiente y ambientalmente razonable; (iii) reutilización y aprovechamiento de envases de bebidas;” y iv) incremento en la recuperación de residuos de papel (CONPES, 3874 2016 pag.19).

### **6.2.2 Política Pública Nacional para la gestión Integral de residuos sólidos en Colombia**

El Departamento Nacional de Planeación expidió, en la vigencia 2008, el documento CONPES 3530 Lineamientos y Estrategias para Fortalecer el Servicio Público de Aseo en el Marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos. A través de los lineamientos allí establecidos se pretendió generar un adecuado desarrollo y cumplimiento de la normatividad del servicio público de aseo, ajustar las condiciones técnicas para la ejecución de los proyectos en el marco de la gestión integral de los residuos sólidos, optimizar el desarrollo empresarial en la prestación de los componentes del servicio público de aseo, propender por el desarrollo de esquemas financieros eficientes y suscitar el establecimiento de esquemas organizados de aprovechamiento.

En una revisión posterior a la efectividad de los instrumentos de política para el desarrollo de infraestructura en el sector residuos (DNP y BM, 2015) afirma que el impacto sectorial de esta política ha sido marginal. Por ejemplo, aunque se pretendía un mayor desarrollo empresarial en los municipios menores, este grupo continúa rezagado en la prestación del servicio público de aseo. Sin embargo, la evaluación realizada afirma que, si bien existen experiencias en

aprovechamiento, estas actividades continúan siendo desarrolladas de manera informal y a la fecha no se conocen cifras oficiales respecto a los avances logrados en el objetivo de organización en asociaciones de recicladores.

No obstante, lo anterior, la formulación de esta política, paralelo al monitoreo y control para asegurar el cumplimiento de lo determinado en la ley de servicios públicos domiciliarios (Ley 142 de 1996) y a la reglamentación subsiguiente, se ha convertido en un importante paso para el desarrollo del servicio público de aseo. Como parte del desarrollo en la reglamentación de este servicio, se cuenta con los decretos 838 de 2005<sup>18</sup>, 2981 de 2013<sup>19</sup> y 596 de 2016<sup>20</sup>, hoy todos compilados en el Título 2 del Decreto 1077 de 2015. Por su parte, el Decreto 2981 de 2013 reglamenta las actividades principales y complementarias del servicio público de aseo y, entre otros aspectos, señala la obligatoriedad para los usuarios de realizar la separación en la fuente y para los municipios de elaborar y mantener actualizado un Plan para la Gestión Integral de Residuos Sólidos en el ámbito local o regional según el caso, de conformidad con la metodología definida por la Resolución 0754 de 2014. Finalmente, el decreto 596 de 2016 reglamenta el esquema de operación de la actividad de aprovechamiento en el marco del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio. Sumado a estos desarrollos, es importante hacer referencia al auto 275 de 2011 de la corte constitucional por el

---

<sup>18</sup> Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones

<sup>19</sup> Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo.

<sup>20</sup> Por el cual se modifica y adiciona el Decreto 1077 de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones.

cual se ordena a la Alcaldía de Bogotá y a otras entidades llevar a cabo acciones afirmativas a favor de la población recicladora en aspectos como formalización, regularización y definición de parámetros generales para la prestación de las actividades de separación, tratamiento y aprovechamiento de residuos sólidos; dejando en claro que esta sentencia es de carácter local, se han presentado pronunciamientos similares tales como la sentencia T-291 de 2009 en Cali y la Sentencia T-387 de 2012 en Popayán que le dan a esta situación una notabilidad en el orden nacional y presentan nuevos desafíos tanto al servicio público de aseo en particular, por ser el aprovechamiento una actividad complementaria de este servicio, como a la gestión integral de residuos sólidos en general, por implicar acciones que van más allá del servicio público (comercialización, reincorporación al ciclo productivo).

Es a partir de esta nueva dinámica como el 21 de noviembre de 2016 que se inicia la implementación de la Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos formalizada a través del CONPES 3874; en este documento se expone que tradicionalmente los residuos sólidos han sido gestionados por el servicio público de aseo bajo un modelo lineal. Este modelo la materia prima se extrae, se utiliza para fabricar bienes y finalmente se dispone. La premisa es que las compañías extraen los materiales, les aplican energía para la fabricación de un producto y venden dicho producto al consumidor final, quien luego lo descarta cuando ya no sirve al propósito del usuario; en este sentido la reutilización de materia prima no ha sido una prioridad económica importante, dada la facilidad de obtener nueva materia prima y el bajo costo de la eliminación de los residuos.



La insostenibilidad del modelo lineal se puede ver reflejada en los resultados del estudio: “Flujos de materiales y productividad de los recursos a escala mundial” (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2016). Dentro de estos, se muestra que la cantidad de materias primas extraídas de la Tierra pasó de 22.000 millones de toneladas en 1970 a 70.000 millones de toneladas en 2010. Las economías desarrolladas consumen en promedio diez veces más materiales que las economías en desarrollo y dos veces más que el promedio mundial; es así, como si se requiriese proporcionar vivienda, movilidad, alimentación, energía y agua de la misma manera que en la actualidad, para el año 2050 los 9.000 millones de personas del planeta necesitarán 180.000 millones de toneladas de materiales cada año para satisfacer la demanda. (CONPES 3874, 2016).

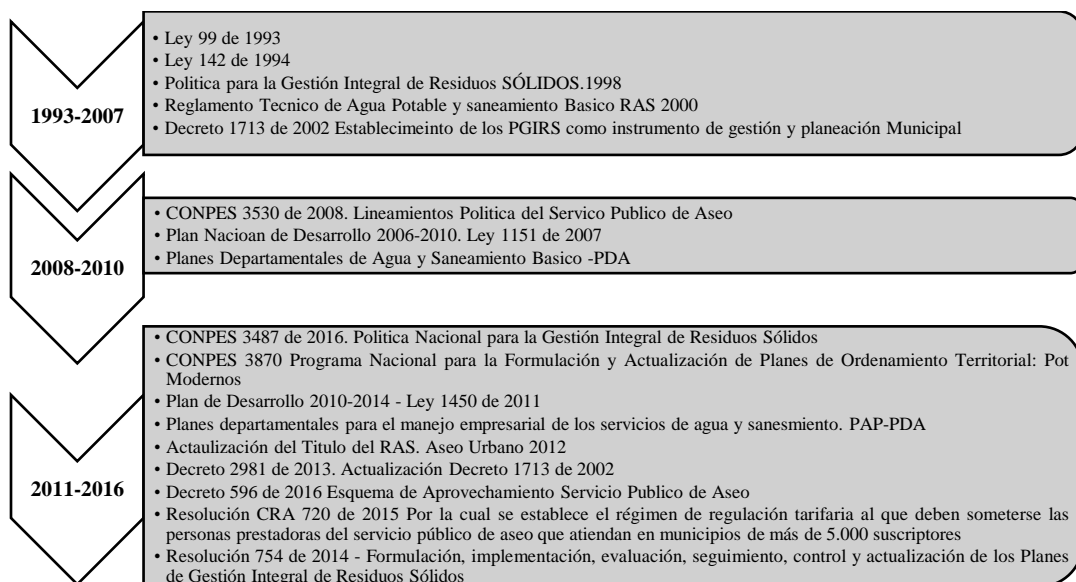
Debido a lo expuesto anteriormente la política pública colombiana enmarcada en el documento Conpes 3874 se focaliza en avanzar hacia una economía circular, implementando la gestión integral de residuos sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario contribuyendo al fomento de la economía circular, el desarrollo sostenible, la adaptación y mitigación al cambio climático.

### **6.2.3 Normatividad Residuos Sólidos en Colombia**

Después de haber hecho un recorrido por la evolución normativa y los avances en la gestión integral de los residuos sólidos en los apartados anteriores se presenta en la figura seis de forma esquemática y temporal el ordenamiento jurídico en Colombia. Así mismo es importante recalcar que el manejo de los residuos sólidos en el país, históricamente, se ha hecho en función de la

prestación del servicio de aseo el cual ha registrado avances a partir de las reformas institucionales implementadas con la constitución política de 1991 y la ley 142 de 1994 que han fortalecido la descentralización y posibilitaron el paso de la prestación directa por parte del estado a una prestación a través de empresas públicas o privadas de manejo independiente, lo cual permitió incorporar elementos de economía de mercado con el fin de aumentar la cobertura, la eficiencia y la calidad de los servicios públicos. (PGIRS Cali, 2015).

**Figura 6.**  
*Evolución del Ordenamiento Jurídico para la Gestión de Residuos Sólidos en Colombia.*



Fuente. Construcción propia

#### **6.2.4 Programas básicos que constituyen la gestión de residuos sólidos**

Cualquier modelo de gestión de residuos sólidos a nivel macro “una gran ciudad” o micro “un municipio debe considerar estrategias de reducción, separación en la fuente, presentación diferenciada, transporte, aprovechamiento, tratamiento y disposición final. A continuación, se presentan la definición de estas etapas en la gestión integral de residuos contenida en la guía técnica colombiana GTC 86.

##### ***Reducción***

La minimización en la generación de los residuos se logra a partir de la aplicación de alternativas que tiendan a disminuir o prevenir la generación de aquellos. Con este propósito, y dentro de todas las etapas de la vida del producto, se debería averiguar acerca de los tipos de residuos de los cuales se puede evitar su generación, mediante mejoramiento de los procesos, u otros métodos o técnicas de minimización en el origen para lograr metas concretas en la disminución de la cantidad o peligrosidad de los residuos generados (Compendio, Icontec GTC 86, 2012).

##### ***Separación en la fuente y presentación diferenciada***

El aprovechamiento de los residuos depende, en gran medida, de su estado de limpieza y mezcla. Por ejemplo, el reciclaje de papel se posibilita cuando el papel que se va a reciclar no está contaminado con otros residuos, tales como los alimentos. Los residuos se deberían separar

por lo menos en aprovechables y no aprovechables, sin embargo, debería tratar de hacerse la separación de los residuos en tantos contenedores como tipos de residuos existan, de manera apropiada, según su aprovechamiento (Compendio Icontec, GTC 86 2012).

### ***Transporte***

Las rutas internas deberían asegurar que se recolecte la totalidad de los residuos generados. Así mismo se debe garantizar una adecuada frecuencia de recolección de acuerdo con los tipos de usuarios características de los residuos sólidos. Por último, se deberían desarrollar actividades planificadas de lavado, desinfección y limpieza de las herramientas, equipos y vehículos utilizados en la operación de transporte (Compendio Icontec, GTC 86 2012).

### ***Aprovechamiento***

Para la reincorporación de los residuos generados al ciclo económico y productivo existen diferentes opciones que se pueden combinar según las características y el manejo de cada tipo de residuo. Cada una de las posibilidades de aprovechamiento tendrá un esquema distinto de gestión, el cual requiere la identificación de los residuos y de los tipos de procesos aplicables. Durante la selección de terceros (a quienes se les entregan los residuos) se debería verificar que estos realizan un manejo y aprovechamiento apropiado de los residuos, para garantizar su gestión adecuada (Compendio Icontec, GTC 86 2012).

### ***Tratamiento***

Se debería identificar cuáles residuos pueden requerir tratamiento para disminuir su peligrosidad, antes de ser dispuestos finalmente, o para facilitar su disposición final. El tratamiento de los residuos implica la alteración física, química o biológica de los mismos, mediante la utilización de tecnologías de conversión térmica, química y biológica (Compendio Icontec, GTC 86, 2012).

### ***Disposición final***

La disposición final y segura de los residuos no solo es la última etapa de la gestión integral de los mismos sino, además, es un componente primordial, debido a que los procesos de aprovechamiento y tratamiento no son 100 % eficientes. La disposición final considera, entre otros aspectos, el diseño y uso de instalaciones previstas para minimizar los impactos ambientales y reducir los riesgos sanitarios potenciales, generables por dichos residuos, con un control sobre sus reacciones y procesos propios de descomposición, mediante procedimientos específicos establecidos previamente (Compendio Icontec, GTC 86, 2012).

## **6.3 APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS**

Después de analizados los conceptos de residuo, su tipología, los desafíos mundiales para su gestión adecuada, así como el enfoque y apuesta de la política nacional para la gestión integral de los residuos sólidos, se requiere avanzar hacia los conceptos propios de los procesos de

aprovechamiento; para esto podemos tomar inicialmente la definición dada por la guía para la implementación de la gestión integral de residuos -GTC 86-, la cual define que “aprovechamiento en el marco de la Gestión Integral de Residuos Sólidos es el proceso mediante el cual, a través de un manejo integral de los residuos sólidos, los materiales recuperados se reincorporan al ciclo económico y productivo en forma eficiente, por medio de la reutilización, el reciclaje, la incineración con fines de generación de energía, el compostaje<sup>21</sup> o cualquier otra modalidad que conlleve beneficios sanitarios, ambientales, sociales y/o económicos”. Por otra parte, es preciso abordar el aprovechamiento visto desde la política nacional para la gestión de los residuos sólidos que es definida como 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”. Así mismo es importante precisar que para esta investigación por su definición y un mejor acercamiento al caso de estudio se empleara la definición de la GTC86.

Una vez revisados los conceptos de aprovechamiento a continuación se muestran sus propósitos en el marco del decreto 2981 de 2013 en la siguiente tabla.

---

<sup>21</sup> Proceso biológico controlado que permite la degradación y estabilización de la materia orgánica por la acción de microorganismos y por medio del cual se obtiene abono. Definición extraída de la guía para la implementación de la gestión integral de residuos GTC86

**Tabla 6.**

*Propósitos de aprovechamiento decreto 2981*

Reglamentación del Servicio Público de Aseo	
Propósitos del aprovechamiento – Artículo 82 del Decreto 2981 de 2013	
#	Propósito
1	Racionalizar el uso y consumo de las materias primas provenientes de los recursos naturales
2	Recuperar valores económicos y energéticos que hayan sido utilizados en los diferentes procesos productivos.
3	Disminuir el consumo de energía en los procesos productivos que utilizan materiales reciclados.
4	Aumentar la vida útil de los rellenos sanitarios al reducir la cantidad de residuos a disponer finalmente, en forma adecuada.
5	Reducir el caudal y la carga contaminante de lixiviados en el relleno sanitario, especialmente cuando se aprovechan residuos orgánicos.
6	Disminuir los impactos ambientales, tanto por demanda y uso de materias primas como por los procesos de disposición final.
7	Garantizar la participación de los recicladores de oficio, en las actividades de recuperación y aprovechamiento, con el fin de consolidar productivamente estas actividades y mejorar sus condiciones de vida.

Fuente. Decreto 2981; 2013

### **6.3.1 Tendencias mundiales en la gestión de residuos (La Economía Circular, Responsabilidad Extendida del Productor, Basura Cero)**

A continuación, se expondrán en sus aspectos fundamentales algunas de las tendencias más importantes que se desarrollan en la actualidad relacionadas con la gestión de residuos sólidos enfocados a la sostenibilidad con uno de sus mecanismos más relevantes en el aprovechamiento.

#### ***La economía circular***

Se puede abordar la concepción y finalidad de la economía circular un concepto económico que se interrelaciona con la sostenibilidad, y cuyo objetivo es que el valor de los productos, los

materiales y los recursos (agua, energía principalmente) se mantenga en la economía durante el mayor tiempo posible, y que se reduzca al mínimo la generación de residuos.

**Tabla 7**  
*Variables y conceptos del modelo de economía circular*

Aspectos de la economía circular	Funcionamiento de la economía circular (Principios)
<p>La economía circular es la intersección de los aspectos ambientales y económicos.</p> <p>El modelo económico de producción y consumo lineal<sup>22</sup> (extracción, fabricación, utilización y eliminación) ha alcanzado sus límites. Se empieza a vislumbrar, en efecto, el agotamiento de una serie de recursos naturales y de los combustibles fósiles. Por lo tanto, la economía circular propone un nuevo modelo de sociedad que utiliza y optimiza los stocks y los flujos de materiales, energía y residuos y su objetivo es la eficiencia del uso de los recursos.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La eco-concepción o ecodiseño<sup>23</sup>: considera los impactos medioambientales a lo largo del ciclo de vida de un producto<sup>24</sup> y los integra desde su concepción.</li> <li>- La economía de la “funcionalidad”: privilegiar el uso frente a la posesión, la venta de un servicio frente a un bien.</li> <li>- El segundo uso: reintroducir en el circuito económico aquellos productos que ya no se corresponden a las necesidades iniciales de los consumidores.</li> <li>- La reutilización: reutilizar ciertos residuos o ciertas partes de estos, que todavía pueden funcionar para la elaboración de nuevos productos.</li> <li>- La reparación: encontrar una segunda vida a los productos estropeados.</li> <li>- Aprovechamiento: aprovechar los materiales que se encuentran en los residuos.</li> <li>- La valorización: aprovechar energéticamente los residuos que no se pueden reciclar.</li> </ul>
<p>La economía circular es generadora de empleo.</p> <p>En un contexto de escasez y fluctuación de los costes de las materias primas, la economía circular contribuye a la seguridad del suministro y a la reindustrialización.</p> <p>Los residuos de unos se convierten en recursos para otros. El producto debe ser diseñado para ser deconstruido. La economía circular consigue convertir nuestros residuos en materias primas, paradigma de un sistema de futuro.</p>	<p>Beneficios de la economía circular</p> <p>El desarrollo de la economía circular debería ayudar a disminuir el uso de los recursos, a reducir la producción de residuos y a limitar el consumo de energía. Debe participar igualmente en la reorientación productiva de los países. En efecto, además de los beneficios ambientales,</p>
<p>Actores de la economía circular</p> <p>La economía circular se dirige tanto a los actores oficiales encargados del desarrollo sostenible y del territorio, como a las empresas que buscan resultados económicos, sociales y ambientales (Fundación Economía Circular, n.d.)</p>	

<sup>22</sup> En el modelo económico de producción y consumo lineal, los bienes producidos a partir de materias primas son vendidos, utilizados y finalmente desechados como residuos.

<sup>23</sup> Diseño que busca reducir el impacto ambiental de los productos (incluido el consumo de energía) a lo largo de todo su ciclo de vida. Definición extraída del Conpes 3874 pág. 62

<sup>24</sup> Todas las etapas del desarrollo de un producto, incluidos su diseño, la extracción o adquisición de materia prima, producción, comercialización, uso, reutilización, reciclaje, y reincorporación al ciclo productivo o hasta su disposición final. Definición extraída del Conpes 3874 pág. 62



esta actividad emergente es creadora de riqueza y empleo (incluyendo las del ámbito de la economía social) en todo el conjunto del territorio y su desarrollo debe permitir obtener una ventaja competitiva en el contexto de la globalización.

---

Fuente. Adaptado a partir de Fundación para la Economía Circular (FEC), 2016.

De manera general, en una economía circular los productos permanecen en el ciclo económico durante el mayor tiempo posible. Para que esto se desarrolle de la mejor manera posible, es necesario garantizar una gestión integral de residuos adecuada a estos fines una vez estén por fuera de la esfera industrial y comercial. Una gestión integral de residuos sólidos adecuada es importante, en el marco de la economía circular, para minimizar los impactos negativos en la salud humana y en el ambiente (aire, agua y suelo) que podría producir un mal manejo de residuos. También garantiza un uso eficiente de los recursos (aprovechamiento de materia prima y energía en otros usos).(CONPES 3874 pág... 25).

### ***Basura Cero***

En la misma corriente conceptual e igual finalidad planteada por la Economía Circular, en el año 1995 la ciudad australiana de Canberra se planteó una ambiciosa meta de reducir los residuos vertidos de esa ciudad a cero. Otras ciudades, en el mundo, como el caso de San Francisco en los Estados Unidos se plantearon en el reducir sus residuos vertidos en un 50% en un plazo de 10 años. Con Basura Cero se pretende eliminar progresivamente la necesidad de un relleno sanitario, si los residuos que generamos en nuestros hogares, empresas o trabajo, son separados adecuadamente, y avanzamos progresivamente en la conformación de un servicio de aseo pensado en función del aprovechamiento, podremos reintegrar esta materia prima valiosa al

ciclo productivo. Para el caso colombiano en el año 2013 la ciudad de Bogotá inicio la implementación del programa de Basura Cero en coordinación de la Unidad Administrativa Especial de Servicios Públicos UAESP, basado en tres principios básicos. 1. Consumo consciente y responsable, 2. Separación en la fuente y 3. Dignificación de la labor de los recicladores ambientales (Programa Basura Cero, Bogotá.)

### ***Responsabilidad extendida del productor***

Según la OCDE, la Responsabilidad Extendida al Productor (REP) es “un enfoque de política ambiental en el cual la responsabilidad del productor por un producto se extiende hasta el fin del ciclo de vida del producto. Se caracteriza por la transferencia de responsabilidad (física y/o económica, completa o parcial) hacia el productor y el suministro de incentivos a los productores para que tengan en cuenta consideraciones ambientales desde la etapa del diseño del producto (Asoresiduos, 2017)

De acuerdo con (Lindhqvist, 2000)<sup>25</sup> “la responsabilidad extendida del productor es un principio político para promover la reducción de los impactos ambientales de sistemas de productos durante el ciclo de vida completo mediante la extensión de las responsabilidades del fabricante de un producto hacía varias etapas del ciclo de vida del mismo, en especial hacia la retoma, el reciclaje y la disposición final. La REP se implementa a través de una combinación de

---

<sup>25</sup> “Extended Producer Responsibility in Cleaner Production: Policy Principles to Promote Environmental Improvements of Product Systems”. IEEE Lund University.

instrumentos políticos administrativos, económicos e informativos”. En algunos países ya se han desarrollado políticas de REP que afectan el uso y la disposición final de ciertos productos, haciendo a las empresas responsables. Un ejemplo de esto, son los requerimientos de la Unión Europea para los fabricantes de artículos electrónicos, donde por ley tienen la obligación de recuperar sus productos, después de que finaliza su vida útil, para garantizar su reciclaje y disposición final. Para el caso colombiano se encuentran el desarrollo algunos programas con el sector privado. Ver tabla.6

**Tabla 8.**  
*Programas basados en REP en Colombia*

Empresa/entidad	Programas en Colombia
COMCEL, MOVISTAR, TIGO, AVANTEL, NOKIA, MOTOROLA, SONY ERICSSON, OTROS	Campaña de recolección de celulares y periféricos en más de 30 ciudades del país, impulsado por el Convenio de Celulares entre MAVDT, los operadores y todos los productores e importadores.
HP, LEXMARK	Sistemas de logística inversa para el reciclaje de cartuchos de tinta de impresoras láser utilizados en empresas
DELL	En 2008 amplió su programa “Consumer Free Recycling” también a Colombia. Recogida a domicilio.
ANDI	Sistema de devolución, reciclaje y disposición final de productos postconsumo de plaguicidas basado en la responsabilidad extendida del productor.
HACEB, MABE	Iniciativa “Cambia tu nevera” para neveras producidas antes de 1999.

Fuente. Adaptado a partir de la Organización de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (raee.org.co)

### **6.3.2 Aprovechamiento en Colombia en los últimos años**

De manera introductoria se presenta la infraestructura de tratamiento y aprovechamiento:

#### ***Oferta y Demanda de Residuos Aprovechables***

No existen diferencias notorias entre los sistemas comerciales de aprovechamiento en las diferentes zonas del país; las diferencias radican principalmente en los volúmenes de acumulación de los materiales, siendo proporcionales a los niveles de industrialización y la población de las principales ciudades, concentrándose dicha la actividad en las capitales como Bogotá; Medellín, Cali, Barraquilla y Bucaramanga principalmente.

Durante los últimos 25 años los eslabones de comercialización han operado de la misma manera con un grupo básico de recolectores, bodegas, acopiadores especializados y empresas transformadoras. (Aluna Consultores, mercados de los reciclables, 2011). En mayor parte de los núcleos con mayor población del país operan los tres primeros segmentos, pero en algunas se complementan con las pymes transformadoras, que demanda materiales principalmente en el aprovechamiento de plásticos, fundición y elaboración de piezas metálicas.

El mercado en Colombia operando en un régimen de apertura económica no escapa a ser influenciado por las variaciones del mercado internacional. En este sentido el país registra importaciones y exportaciones, en función de las necesidades de la industria o de las oportunidades que se presentan en el mercado para empresarios o inversionistas.

Al existir deficiencias de información disponible de fuentes primarias como el sistema de aseo o los actores de la cadena de reciclaje a largo de la geografía nacional se hace necesario abordar datos parciales de la Superintendencia de Servicios Públicos el Ministerios del Medio Ambiente y algunos estudios generales elaborados por el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo. Al analizar estas fuentes, es posible concluir que el mercado de los residuos aprovechables presenta una estructura de operación homogénea en todas las regiones del país, existiendo una industria transformadora con un rol en el mercado como consumidora final de los residuos más representativos, papel, materiales metálicos (chatarra), vidrio, cartón y plástico y un conjunto de proveedores jerarquizados y diferenciados por su capacidad económica. Este modelo se reproduce en mejor escala para todos los agentes; es un modelo que estratifica las empresas y les asigna unos roles en la cadena de valor y los remunera según su ubicación en la pirámide (trabajador individual, microempresa, pequeña empresa y gran empresa. (Aluna Consultores, mercado de los reciclables, 2011). En este panorama de libre mercado de los residuos aprovechables en Colombia, se desarrollan actividades desde una lógica eminentemente económica que no opera por criterios sociales, de responsabilidad empresarial o altruistas, sino que está basado en parámetros de calidad de los aprovechables, menores precios u oportunidad en su suministro. Con este panorama actual, es evidente la fragilidad económica de las organizaciones de base dedicadas a esta actividad, los recuperadores y los pequeños centros de acopio y comercialización que los obliga a operar en un mercado con alta dependencia y de su permanencia en el mercado depende de tranzar a bajos precios los residuos recuperados y alistados, largas jornadas laborales y condiciones de trabajo exigentes.

*Cuantificación del mercado de residuos aprovechables*

**Tabla 9.**

*Producción de Residuos, Cantidades Recuperadas por Recuperadores y Empresas*

Parámetro	22 ciudades		Resto de país		Todos el país	
	Tn/día	Tn/año	Tn/día	Tn/año	Tn/día	Tn/año
Total disposición de residuos año	14.945,78	5.455.209,7	11.051,4	4.033.761,8	25.995,1	9.488.204,2
Total recuperado por recicladores y habitantes de calle	2.668,49	832.568,9	492,70	153.722,4	3.161,19	986.291,3
Fracción de recuperación de empresas privadas	1.710,1	533.541,8	1.154,44	360.184,9	2.864,51	893.726,7
Consumo de reciclables *	4.378,56	1.366.110,7	1.647,1	513.907,28	6.025,7	1.880.018,0
Producción total de residuos sólidos	19.323,9	6.821.320,4	11.824,0	4.547.669,1	31.145,8	11.368.222,2
Participación recicladores sobre total de producción		12,2%		3,4%		8,7%
Participación empresas privadas sobre total de producción		7,8%		7,9%		7,9%
Porcentaje de recuperación sobre total de producción		20,03%		11,30%		16,5%
Porcentaje de recuperación de recicladores sobre aprovechado		60,9%		29,9%		52,5%
Porcentaje de recuperación de privados sobre aprovechado		39,1%		70,1%		47,5%
Numero días mes de recuperación	25					
Numero días mes de disposición o producción	30					
Número de días año de recuperación	312					
Numero de días año de disposición o producción	365					
% de participación de las 22 ciudades en reciclaje	72,66%					
% participación de las 22 ciudades en disposición	57,5%					

Fuente. Estudio Nacional de Reciclaje - Aluna Consultores; 2011

En la tabla 9, se puede observar que el total de residuos depositados en los sitios de disposición final para las 22 principales ciudades en el 2010 alcanzó las 14.945 ton/día, lo que genera un vertimiento anual de 5.4 millones de toneladas. La combinación de recuperación de materiales por recuperadores e industria alcanza las 4.738 ton/día con una participación de

60.9% y 39.1% respectivamente; esto significa que la cadena opera fundamentada en la labor de los recuperadores, que a pesar de la alta informalidad de la actividad presentan una alta incidencia en este renglón de la economía.

En Colombia para el año 2010 se llevaban a disposición 9.4ton/año, los recuperadores de la cadena básica recuperaban 986.291 toneladas, es decir el 8.7% y las empresas un total de 893.726 ton/año aportando el 7.9% de lo reciclado para alcanzar una tasa de recuperación de 16.5%. Los recuperadores aportan el 52.2% y las empresas el 47.5%; estas cifras indican que existe un importante margen para ampliar el mercado de los residuos aprovechables.(Aluna Consultores, mercado de reciclables, 2011).

Así mismo, se estima que en Colombia hay 300.000 personas que derivan sus ingresos del reciclaje, de las cuales solo el 30% están formalmente organizadas. Cada recuperador se gana en promedio \$12.000 diarios por recolectar 300 kilos de material de diferente tipo, que es la capacidad máxima que se recupera al día. (R, Dinero, 2010)

Por otro lado, la demanda de la industria se orienta a las compras de vidrio, papel, cartón y material metálico (chatarra). En tanto que la micro y pequeña empresa se orienta, aunque no exclusivamente a la comercialización y procesamiento de plástico. En total las compras y demandas de aprovechables de las principales materias primas se estimaron en el 2010 en un total de 1.880.018 toneladas en Colombia. (Aluna Consultores, mercado de reciclables 2011) ver tabla 10.

**Tabla 10.***Demanda de Material Aprovechable y Adquirido por la Industria (ton/año)*

AÑO	VIDRIO (1)	%	CARTÓN Y PAPEL (2)	%	CHATARRA (3)	%	PLÁSTICOS (4)	%	TOTAL
2005	82,521	5.34	541,800	35.04	753,129	48.70	169,000	10.93	1,546,450
2006	76,963	4.64	581,300	35.03	813,481	49.02	187,750	11.31	1,659,494
2007	75,549	4.25	608,200	34.25	885,402	49.86	206,500	11.63	1,775,651
2008	85,420	4.63	645,200	34.98	913,634	49.54	200,000	10.84	1,844,254
2009	70,301	3.91	632,800	35.23	892,743	49.70	200,500	11.16	1,796,344
2010	76,825	4.09	658,238	35.01	935,300	49.75	209,655	11.15	1,880,018

Fuente. Estudio Nacional de Reciclaje - Aluna Consultores (1) Peldar. (2) Cámara de la Pulpa Papel y Cartón ANDI, (3) Cámara de Fedemetal.

### ***El mercado del plástico reciclado***

El mercado de plástico reciclado es el más complejo y el que menos información disponible existe porque la demanda de este material está dispersa y fundamentalmente atiende a los micros y pequeños empresarios dedicados a producir una gran variedad de artículos de variado uso y destino. Hay un segmento de mediana empresa para aprovechamiento de PET principalmente Codesarrollo, Coperenka y Aproplast; como gran empresa se encuentra ENKA de Colombia, que adquiere preferiblemente PET. (Asociación Colombiana de Plásticos, 2018)

De las citadas empresas, por ejemplo, las cantidades recuperadas por la red de recolección de Codesarrollo se situaron en 2932 toneladas de PET<sup>26</sup> y alcanzó la cifra de 1973 toneladas de

---

<sup>26</sup> Polietileno Tereftalato



PEAD<sup>27</sup>, PP<sup>28</sup> y PS<sup>29</sup> para el año 2010. Así mismo el cálculo realizado de los materiales plásticos que se están aprovechando alcanzó la cifra de 209.655 toneladas anuales que corresponde al 27.5% del consumo aparente de resinas plásticas vírgenes consumidas en el país.

También es importante mencionar que además de un mercado nacional también se presenta una dinámica comercial en el mercado internacional de material plástico reciclado, que se muestra a continuación en la tabla 11; (Lizarralde, Rivadeneira, Ortega Pérez, & Bohórquez Beltraán, 2016)

---

<sup>27</sup> Polietileno de Alta Densidad

<sup>28</sup> Polipropileno

<sup>29</sup> Poliestireno

**Tabla 11.**  
*Comercio exterior de desechos y desperdicios de plástico 2013-2015*

	Exportaciones		Importaciones	
	Valor FOB	Peso neto	Valor FOB	Peso neto
<b>2013</b>	2.886,6	3.454,2	194,1	865,7
<b>2014</b>	3.332,7	4.400,9	618,1	3.839,5
<b>2015</b>	3.070,3	5.361,3	1.958,3	11.455,5

Fuente: DANE - DIAN

EXPORTACIONES		Valores FOB en miles de dólares y peso neto en toneladas					
Nandlna	Descripción	2013		2014		2015	
		Valor FOB	Peso neto	Valor FOB	Peso neto	Valor FOB	Peso neto
3915100000	Desechos, recortes y desperdicios de polímeros de etileno.	61,0	102,9	107,1	409,3	379,0	1.207,6
3915200000	Desechos, recortes y desperdicios de polímeros de estireno.	116,2	159,5	198,7	254,4	241,0	418,7
3915300000	Desechos, recortes y desperdicios de polímeros de cloruro de vinilo.					215,9	148,7
3915900000	Desechos, recortes y desperdicios de los demás plásticos.	2.709,4	3.191,8	3.026,9	3.737,3	2.234,4	3.586,4
<b>TOTAL</b>		<b>2.886,6</b>	<b>3.454,2</b>	<b>3.332,7</b>	<b>4.400,9</b>	<b>3.070,3</b>	<b>5.361,3</b>

IMPORTACIONES		Valores FOB en miles de dólares y peso neto en toneladas					
Nandlna	Descripción	2013		2014		2015	
		Valor FOB	Peso neto	Valor FOB	Peso neto	Valor FOB	Peso neto
3915100000	Desechos, recortes y desperdicios de polímeros de etileno.	129,9	501,4	322,8	2.425,3	691,9	6.528,9
3915200000	Desechos, recortes y desperdicios de polímeros de estireno.	9,3	37,0			634,1	621,1
3915300000	Desechos, recortes y desperdicios de polímeros de cloruro de vinilo.	46,7	287,9	83,7	778,3	292,7	2.572,4
3915900000	Desechos, recortes y desperdicios de los demás plásticos.	8,1	39,4	211,7	635,9	339,7	1.733,1
<b>TOTAL</b>		<b>194,1</b>	<b>865,7</b>	<b>618,1</b>	<b>3.839,5</b>	<b>1.958,3</b>	<b>11.455,5</b>

Fuente: Directorio Colombiano de Reciclaje

## 6.4 GENERALIDADES RESIDUOS PLÁSTICOS

“La creación de moléculas con enlaces covalentes que hizo posible la fabricación de plásticos ha sido seguramente una innovación notable. Sin embargo, los procesos químicos de síntesis de plásticos requieren tanto una precisa regulación de la presión y la temperatura como la adición de catalizadores, de modo que se producen compuestos formados por súper moléculas difícilmente degradables. En una extensa área del océano pacifico hay acumuladas extensas islas de plástico que se están degradando lentamente. Pequeñas partículas que se mezclan con la arena de las playas. Enormes vertederos rebosan de restos constituidos por estos mismos polímeros del petróleo tenazmente fijados”.(Pauli, 2011).

En los últimos tres décadas se ha incrementado exponencialmente alrededor del mundo el uso de los materiales plásticos, sustituyendo en gran medida a los metales, vidrio y el papel como material principal para la construcción de una innumerable cantidad de artilugios o como piezas de constitutivas de maquinarias, automóviles, equipos tecnológicos, empaques de comida, material de embalaje, prendas de vestir, fibras, placas, tubos, botellas entre otros. Estos materiales pueden ser empleados en la fabricación de esta gran variedad de productos gracias a sus excelentes propiedades como son:

- Baja densidad, que permite la fabricación de objetos ligeros y reducción de costes de transporte.
- Baja conductividad térmica y eléctrica.
- Moldeo fácil, para adquirir formas variadas que sean rígidas o flexibles.
- Gran resistencia a la corrosión y a la degradación.

(Távora, 2004), los plásticos son sustancias poliméricas<sup>30</sup>, en las que una macromolécula lineal o tridimensional está constituida por la repetición de unidades denominadas monómeros. Un plástico puede estar constituido por un solo tipo de monómero (homopolímero) o por varios (copolímero). El término plástico se reserva por lo general a todos los materiales poliméricos sintéticos diferentes de las fibras y elastómeros.

#### **6.4.1 Tipos de resinas plásticas aprovechables**

Termoplásticos: plásticos que pueden ser repetidamente fundidos por medio de calor o endurecidos por enfriamiento, en un intervalo de temperatura característica del plástico, a partir de los cuales se pueden elaborar nuevos artículos por medio de procesos de moldeo o extrusión. Entre los termoplásticos de uso general se encuentran el Polietileno Tereftalato (PET), Polietileno de alta densidad (PE-AD), Cloruro de polivinilo (PVC), Polietileno de baja densidad (PE-BD, PE-LBD), Polipropileno (PP), Poliestireno (PS), Policarbonato (PC). (Icontec, 2004)







Termoestables: plásticos que después de haber sido curados, por medio de calor u otro medio, no pueden ser fundidos o solubilizados sin romper su estructura química. Entre los termoestables de uso general se encuentra el Poliéster insaturado, Resinas fenólicas, Resinas epóxicas (Icontec, 2004).





---

<sup>30</sup> Los polímeros son un compuesto orgánico, que puede ser de origen natural o sintético, con alto peso molecular, formado por unidades estructurales repetitivas llamadas monómeros. (J., n.d.)

En la tabla 12, se presentan algunas de los tipos de resinas plásticas más utilizadas y los tipos de reciclaje utilizados para su aprovechamiento. Así mismo se presentan las aplicaciones típicas con sus códigos de identificación del sistema de envases y empaques.

**Tabla 12. Residuos plásticos aprovechables y sus aplicaciones típicas**

Tipo de resina plástica	Tipo de reciclaje	Plástico	Código	Aplicaciones típicas	
Termoplásticos	Mecánico posindustrial Mecánico posconsumo (Químico)	Poliétilen Tereftalato (PET)		Botellas de gaseosas, agua, aceite, vinos, bebidas refrescantes, envases farmacéuticos, tejas, películas para el envasado de alimentos, cuerdas, cintas de grabación, alfombras, zuncho, rafia, fibras.	
		Poliétileno de alta densidad (PE-AD)		Tuberías, embalajes y láminas industriales, tanques, bidones, canastas o cubetas para leche, cerveza, refrescos, transporte de frutas, botellas, recubrimiento de cables, contenedores para transporte, vajillas plásticas, letrinas, cuñetes para pintura, bañeras, cerramientos, juguetes, barreras viales, conos de señalización.	
		Cloruro de polivinilo (PVC)		Sin plastificantes (PVC-Rígido)	Tuberías y accesorios para sistemas de suministro de agua potable, riego y alcantarillado, ductos, canaletas de drenaje y bajantes, componentes para la construcción, tales como: perfiles y paneles para revestimientos exteriores, ventanas, cielorrasos y barandas, tejas y tabletas para pisos, partes de electrodomésticos y computadores, vallas publicitarias, tarjetas bancarias y otros elementos de artes gráficas, envases de alimentos, detergentes y lubricantes, empaques tipo blister.
		Con plastificantes (PVC-Flexible)		Membranas para impermeabilización de suelos o techos, recubrimientos aislantes para cables conductores, empaques y dispositivos de uso hospitalario (como bolsas para almacenar suero o sangre, equipos para venoclisis), mangueras para riego, suelas para calzado.	
		Poliétileno de baja densidad (PE-BD, PE-LBD)		Panel decorativo para recubrimientos interiores, cueros sintéticos para muebles y calzado, inoques, películas para envolver productos, películas para uso agrícola y de invernadero, láminas adhesivas, botellas y recipientes varios, tuberías de irrigación y mangueras de conducción de agua, bolsas y sacos, tapas, juguetes, revestimientos, contenedores flexibles.	
		Polipropileno (PP)		Película para empaques flexibles, confitería, pasabocas, bolsa de reempaque, laminaciones, bolsas en general.	
		Poliestireno (PS)		Poliestireno expandido y espumado	Rafia, cuerda industrial, fibra textil, zuncho, muebles plásticos, utensilios domésticos, geotextiles, mallas plásticas, carcasas de baterías, vasos desechables, vasos plásticos, tarrinas, envases para detergentes, tubería, botellas, botellones, juguetería, piezas industriales o piezas moldeadas para automóviles.
	Vasos desechables y vasos de agua, envases para jabón, contenedores de productos lácteos, vasos, platos y cubiertos desechables, cajas de discos compactos, de audio casete, recipientes de cosméticos, difusores de luz, divisiones de baño, cielorrasos, rejillas arquitectónicas, accesorios médicos casetes para cintas, juguetería, carcasas para electrodomésticos y computadores, gabinete interior y contrapueras de neveras.				
				Vasos y recipientes térmicos, aislamientos térmicos, cacetones para construcción, neveras portátiles, empaques protectores, vasos y platos.	
Tipo de resina plástica	Tipo de reciclaje	Plástico	Código	Aplicaciones típicas	

	Otros			
	Policarbonat (PC)			Botellones para agua
	Acrilonitrilo Butadieno			Discos compactos
	Estireno (ABS)			Carcasas para computadores y equipos de tecnología
	Estireno Acrilonitrilo (SAN)			Películas Envases para alimentos
	Poliamida (PA )			Espumas, Recubrimientos, Adhesivos, Elastómeros
	Nylon			
	Acetales Poliuretano			Aplicaciones de plásticos reforzados, piezas de automóvil, espumas plásticas, encapsulaciones de equipos eléctricos, revestimientos
Mecánico posconsumo	Poliéster insaturado			protectores, aplicaciones estructurales
	Químico			
Termoesta bles	Resinas fenólicas			Resinas fenólicas técnicas (RFT) se utilizan para: abrasivos, materiales de fricción, textil, fundición, filtros, lacas y adhesivos. Resinas fenólicas para madera y aislantes (RFMA) tienen su campo de aplicación en: lanas minerales, impregnaciones, materiales de madera, espumas. Resinas fenólicas para polvos de moldeo (PM), que son proveedores de las industrias eléctrica, automovilística y electrodoméstica.
Incineración con recuperación de energía	Resinas epóxicas			

1 Este código corresponde al indicado en la NTC 3205 Guía para plásticos. Sistema de codificación.

## 6.4.2 Algunas actividades generadoras de residuos plásticos

En la Tabla 13, se presentan las principales fuentes generadoras de residuos plásticos.

**Tabla 13.**  
*Fuentes generadoras de residuos plásticos*

Tipo de residuo	Fuente	Características de los residuos
Resina virgen fuera de especificaciones. Tortas. Materia prima para otros procesos industriales.	Industrias productoras de resinas plásticas.	El residuo tiene un mínimo grado de contaminación. Fácil identificación del tipo de resina.
Empaques y embalajes de materias primas o productos.	Industrias productoras de resinas plásticas. Transformadoras de resinas plásticas. Consumidores de productos plásticos. Otro tipo de industrias: sector agrícola, empresas floricultoras, bananeras, cafeteras y demás del sector agrícola.	Variables, según la sustancia o producto químico que hayan contenido. Si contenían un producto químico tóxico o peligroso, estos empaques se consideran residuos peligrosos. Un solo tipo de resina o plásticos mezclados entre sí o con otros materiales.
Empaques y envases generados en otras secciones (cafetería, zona administrativa, laboratorios, talleres, zonas recreativas, etc.).	Industrias productoras de resinas plásticas. Transformadoras de resinas plásticas. Consumidores de productos plásticos. Otro tipo de industrias: sector agrícola, empresas floricultoras, bananeras, cafeteras y demás del sector agrícola. Institucional: centros de salud, centros de educación y otras instituciones.	Un solo tipo de resina o plásticos mezclados entre sí o con otros materiales. Grado de contaminación de medio a alto y con diversos tipos de sustancias. Diversidad de formas y tamaños. Su aprovechamiento puede requerir descontaminación y análisis cuidadoso de usos posteriores.
Retales, tortas, productos fuera de especificación.	Transformadoras de resinas plásticas.	Bajo grado de contaminación. Fácil identificación del tipo de resina. Diversidad de formas y tamaños
Empaques y envases dañados en la sección de llenado.	Consumidores de productos plásticos.	Residuos de mecanizados de partes plásticas. Productos plásticos retornables Medio a alto grado de contaminación orgánica o química. Fácil identificación del tipo de resina. Diversidad de formas y tamaño. Un solo tipo de resina o plásticos mezclados entre sí o con otros materiales.



Continuación tabla 13

Tipo de residuo	Fuente	Características de los residuos
<p>Envases y empaques de diversos tipos de productos.</p>	<p>Doméstica, unidades unifamiliares y multifamiliares.</p>	<p>Accesorios y partes de productos plásticos. Un solo tipo de resina o plásticos mezclados entre sí o con otros materiales. Altos niveles de contaminación y de variados tipos. Diversidad de tipos y tamaños. Su aprovechamiento puede requerir descontaminación y análisis cuidadoso de usos posteriores. No todos están identificados.</p>
<p>Empaques y envases de agroquímicos de productos agrícolas, recubrimientos de invernaderos y zonas de cultivo, accesorios utilizados durante la cosecha (películas, mallas, sogas, mangueras, etc.), vestuario de protección personal.</p>	<p>Empresas floricultoras, bananeras, cafeteras y demás del sector agrícola.</p>	<p>Altos niveles de contaminación son residuos tóxicos y peligrosos. Fácil identificación del tipo de resina. Diversidad de formas y tamaños. Presentan alto poder calorífico. Pérdida importante de sus propiedades mecánicas. No se puede realizar un reciclaje mecánico posconsumo o secundario sin un tratamiento previo de descontaminación y análisis cuidadosos de usos posteriores.</p>
<p>Empaques y envases de productos farmacéuticos, Jeringas, bolsas de suero y demás accesorios para venoclisis.</p>	<p>Institucional, centros de salud.</p>	<p>Alto grado de contaminación con residuos tóxicos y patógenos. Un solo tipo de resina o plásticos mezclados entre sí o con otros materiales. No todos están identificados con la codificación internacional.</p>
<p>Trozos de tubería para instalaciones eléctricas hidráulicas y de gas. Perfiles de ventanas, pisos, tejas, tapetes, grifería, recubrimiento de cables y accesorios eléctricos. Mallas y películas para protección e impermeabilización.</p>	<p>Sector de la construcción: Construcción de casas, edificios, instalaciones industriales y comerciales.</p>	<p>Un solo tipo de resina o plásticos mezclados entre sí o con otros materiales. Pérdida gradual de sus propiedades mecánicas. Posible contaminación con residuos de agregados, lacas, pinturas y otro tipo de recubrimientos. Diversidad de formas y tamaños.</p>

---

Autopartes, plásticas, Accesorios.	Industria automotriz: Talleres de reparación, estaciones de servicio y desguace.	Un solo tipo de resina o plásticos mezclados entre sí o con otros materiales. Diversidad de formas y tamaños. De medio a alto grado de contaminación, especialmente de aceites lubricantes y grasas.
------------------------------------	--	--

---

Fuente. GTC 53-2:2004 Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos

### **6.4.3 Gestión integral de los residuos plásticos desde una perspectiva ambiental.**



La gestión integral de los residuos plásticos es un conjunto de actividades que promueven la racionalización de los recursos y que contribuyen a la disminución de los impactos ambientales asociados a cada una de las etapas de manejo de éstos. En esta medida y a fin de lograr una gestión ambientalmente adecuada de los residuos plásticos, es necesario seguir el modelo desarrollado en la GTC 86 sobre gestión integral de residuos sólidos el cual pretende no sólo entregar los residuos a las empresas encargadas de su manejo, sino la implementación de las etapas de manejo de los residuos a saber: minimización de su generación, separación en la fuente, su adecuado almacenamiento, transporte, tratamiento en caso necesario aprovechamiento y disposición de final. Así mismo, a realizar las acciones necesarias para promover su aprovechamiento y adecuado tratamiento.

La minimización de residuos es un objetivo que ofrece un doble beneficio al evitar tanto la generación del residuo como el ahorro de recursos y debería ser la primera alternativa a

considerar. Existen distintas alternativas para la minimización una de ellas es la reducción en la fuente y la otra son los cambios en los hábitos de consumo.

Debido a que la minimización no siempre es aplicable a todas las circunstancias y organizaciones es necesario aplicar otras técnicas tales como aprovechamiento, tratamiento o disposición final. De todas maneras, las organizaciones deberían elaborar sus programas de gestión de residuos bajo un enfoque razonable, tratando siempre de emplear aquella técnica que ofrezca más beneficios ambientales dentro del marco de las posibilidades de la organización. (Icontec, 2004)

**Tabla 14.**  
*Gestión Integral de Residuos Plásticos.*

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ANEXOS
REDUCCIÓN EN LA FUENTE	<p>Es la primera alternativa, tiene carácter preventivo y permite minimizar las cantidades de residuos plásticos a través de diferentes acciones como cambios en el diseño de los productos, mejoramiento de los procesos tecnológicos, sustitución de materias primas.</p> <p>Los nuevos diseños permiten obtener productos de igual o mejor calidad, con cantidades mínimas de material, vida útil más larga y mínimo contenido de sustancias tóxicas, con beneficios como la disminución de los costos de producción, el ahorro de recursos naturales y la reducción de los costos de la gestión y la disposición final de los residuos sólidos y de los impactos ambientales.</p>	 Clic para ver anexo
REUTILIZACIÓN	<p>La reutilización consiste en usar repetidamente un producto plástico, en la misma aplicación original o en alguna otra relacionada, después de someterlo a un proceso de limpieza, desinfección y/o acondicionamiento. Cuando las propiedades mecánicas del producto plástico han tenido un nivel de desgaste apreciable se rompe el ciclo de reutilización y pasan a la corriente de los residuos para su posterior aprovechamiento.</p>	
SEPARACIÓN EN LA FUENTE	<p>La separación en la fuente y la recolección selectiva deben garantizar una cantidad relativamente constante y homogénea de residuos plásticos, que justifique la incorporación de las tecnologías posteriores.</p>	
RECOLECCIÓN SELECTIVA	<p>La recolección selectiva de los residuos plásticos posconsumo es una de las etapas más importantes para</p>	Clic para ver anexo

SEPARACIÓN Y  
CLASIFICACIÓN DE LOS  
RESIDUOS PLÁSTICOS EN  
CENTROS DE ACOPIO

lograr el éxito de un programa de reciclaje. La recolección selectiva es la acción de recolectar técnicamente los residuos reciclables, de uno o varios generadores, efectuada por su generador, las entidades prestadoras del servicio o personas interesadas en el aprovechamiento del residuo.

Para algunos procesos y aplicaciones del reciclaje no se requiere la separación de los materiales plásticos presentes en los residuos por tipo de resina. Dependiendo de las proporciones requeridas de cada plástico en las aplicaciones a las que vayan a ser destinados, pueden utilizarse tal como llegan del proceso de recolección, sin previa separación o acondicionamiento.



Clic para  
ver anexo

ACONDICIONAMIENTO

El acondicionamiento es el conjunto de todas las operaciones necesarias y conducentes a eliminar partes ajenas del residuo plástico que está siendo adecuado y/o prepararlo para la siguiente etapa de su aprovechamiento.

Los residuos plásticos que van a ser sometidos al proceso de reciclaje cuando se comercializan deberían cumplir los siguientes requisitos para su transporte:

- Estar debidamente embalados
- Estar claramente etiquetados
- El cliente debería haber recibido la documentación en la que se indiquen el tipo o tipos de residuos plásticos que van a enviarse y las instrucciones de manipulación correspondientes.

TRANSPORTE Y  
ALMACENAMIENTO DE  
RESIDUOS PLÁSTICOS  
ACONDICIONADOS

Las tecnologías de aprovechamiento de los residuos plásticos se dividen en cuatro tipos generales de reciclaje: el mecánico posindustrial o primario, el mecánico posconsumo o secundario, el químico o terciario y la incineración con recuperación de energía o cuaternario.



Clic para  
ver anexo

APROVECHAMIENTO  
DE LOS RESIDUOS  
PLÁSTICOS MEDIANTE  
RECICLAJE

La selección de las técnicas de reciclaje de residuos plásticos debería considerar, además de la viabilidad económica, técnica, legal y ambiental, la obtención de productos que permitan un desempeño seguro y sano. Los materiales plásticos que presenten alta contaminación microbiológica o con sustancias tóxicas, que puedan presentar un riesgo a la salud pública, deben ser sometidos a procesos de tratamiento y disposición ambientalmente controlados.

DISPOSICIÓN EN  
RELLENOS SANITARIOS

La disposición final de los residuos plásticos no sólo es la última etapa de la gestión integral de los mismos sino además es un componente primordial debido a que los procesos de aprovechamiento no son 100 % eficientes.

Si se ha realizado una adecuada gestión de los residuos plásticos es de esperarse que a los rellenos solo lleguen cantidades mínimas de dichos residuos.

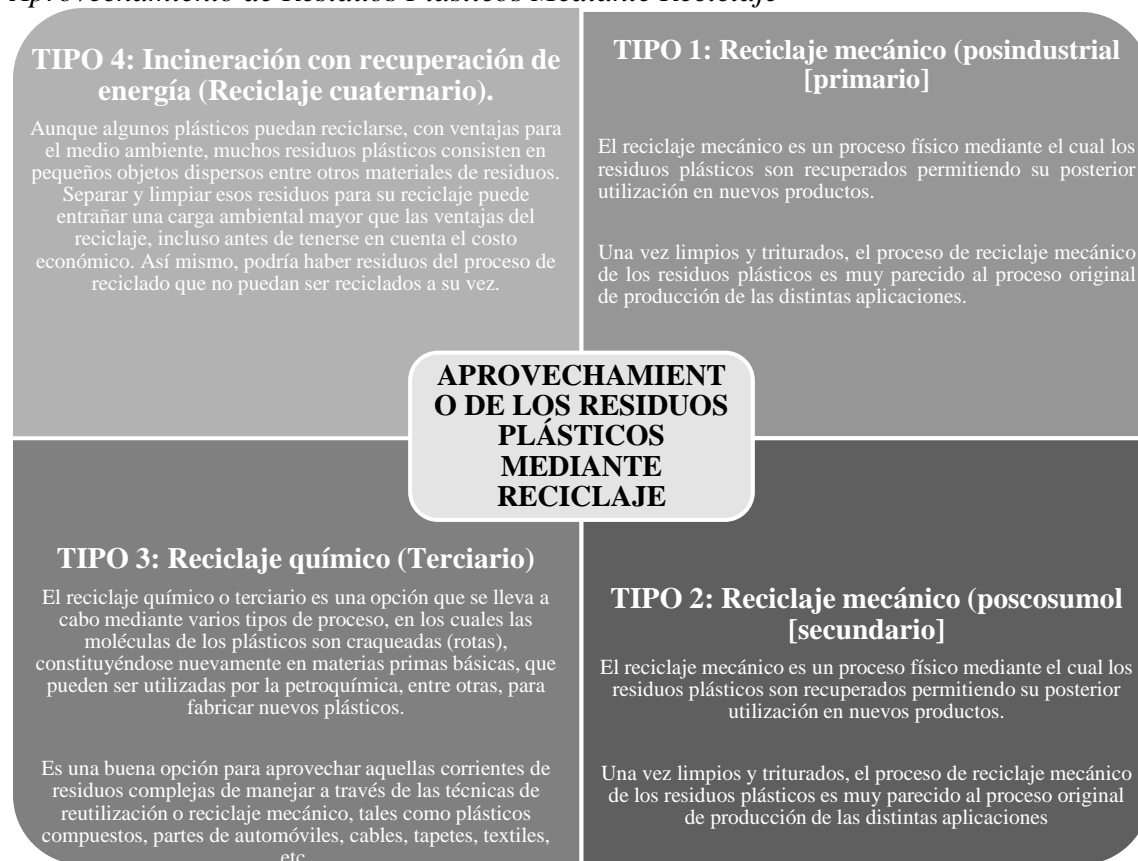
## 6.5 PROCESOS DE APROVECHAMIENTO Y VALORIZACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS

Las tecnologías de aprovechamiento de los residuos plásticos se dividen en cuatro tipos generales de reciclaje: el mecánico posindustrial o primario, el mecánico posconsumo o secundario, el químico o terciario y la incineración con recuperación de energía o cuaternario.

La selección de las técnicas de reciclaje de residuos plásticos debería considerar, además de la viabilidad económica, técnica, legal y ambiental.

### Figura 7.

#### *Aprovechamiento de Residuos Plásticos Mediante Reciclaje*



Fuente. Construcción Propia

**7. CAPÍTULO 2 CONTEXTO ECONÓMICO, SOCIAL Y AMBIENTAL DE EN LA  
GESTIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS DE ARAUCA.**

Una revisión contextual a la zona del desarrollo investigativo...

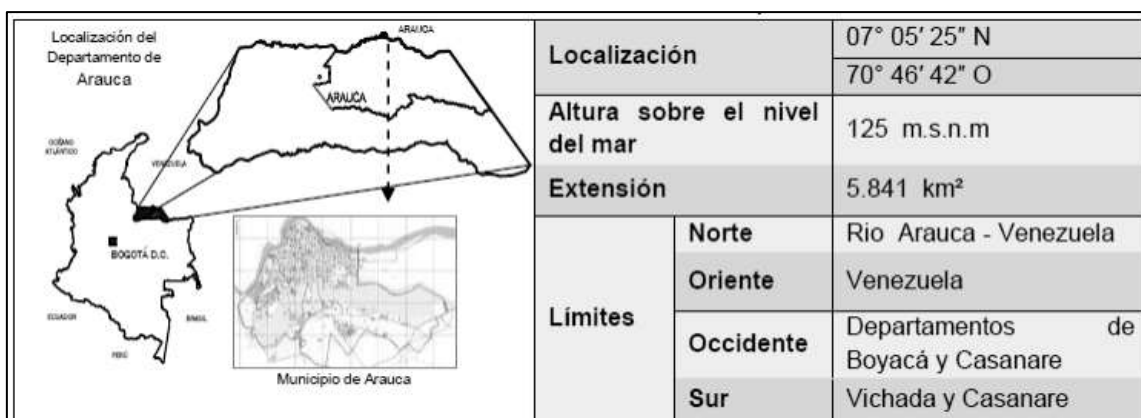
## 7.1 CONTEXTO SOCIAL

### 7.1.1 Localización, Límites y División Administrativa

El Municipio de Arauca está ubicado en la Orinoquía Colombiana, al nororiente del departamento de Arauca. El área de la jurisdicción del municipio de Arauca, según los estudios del Instituto Geográfico Agustín Codazzi es de 5.751 Km<sup>2</sup>. Para la administración del territorio, Arauca está organizada en área rural compuesta por cinco corregimientos con seis centros poblados y cincuenta y tres veredas; un área urbana con cinco comunas y cuarenta y cuatro barrios.

#### Figura 8.

*Principales características del municipio de Arauca*



Fuente. PGIRS 2017 Municipio de Arauca

### **7.1.1 Caracterización población municipio de Arauca**

Para esta investigación la variable poblacional es una de las variables a analizar debido que se convierte en un factor clave para proyectar los niveles de generación de residuos sólidos plásticos por habitante y número de hogares; en este sentido a continuación se presentan los datos base poblacional.

#### ***Población total***

La población total del municipio de Arauca según las proyecciones DANE (Censo 2005), para 2014 fue de 87.242 habitantes; 1248 habitantes más que el año inmediatamente anterior, equivalente al 0,183% del total de la población nacional, y el 34% del total de la población del Departamento, de los cuales 74.417 (85,3%) habitan en el casco urbano y 12825 (14,70%) viven en el territorio rural. Por género, el 50,3% (43890) de los habitantes son mujeres y el 49,7% (43352) son hombres. La desagregación por género y zona es similar a nivel nacional y departamental, al observarse mayor concentración de la población en la zona urbana y representación de las mujeres. (Secretaria de Salud de Arauca, 2014)

#### ***Densidad poblacional por km<sup>2</sup>***

La densidad población para el municipio de Arauca es de 0,15 habitantes por km<sup>2</sup> para el año 2014, densidad poblacional bastante baja que se atribuye a la extensión de su territorio.



### *Población por área de residencia urbano/rural*

La población reside en el área urbana, lo que nos indica que la población está ubicada principalmente en las cabeceras y focos poblacionales del municipio, y una pequeña parte se mantiene en los territorios rurales como es de esperarse principalmente de la población agricultora y ganadera.

**Figura 9.**  
*Población por área de residencia del municipio de Arauca*



Fuente. DANE - Informe Análisis Salud de Arauca 2014

Así mismo, el departamento de Arauca según datos del DANE (censo 2005) posee 59.998 viviendas, de las cuales 56.313 son viviendas ocupadas. Teniendo en cuenta que el municipio de Arauca posee el 33,6% de la población del departamento, se estima hipotéticamente que el número de viviendas sea proporcionalmente igual por lo cual podemos decir que el municipio

posee 20.159 viviendas de las cuales 18.921 son viviendas ocupadas y que están ubicadas en un 85,3% en los cascos urbanos del municipio.(Secretaria de Salud de Arauca, 2014).

### **2.1.2 Población dedicada al reciclaje en el municipio de Arauca**

De acuerdo con el censo realizado en el PGIRS de Arauca se determinó que aproximadamente un 54% (59 recicladores) encontrados pertenecen a algún tipo de organización; que el 68% de la población recicladora del municipio son hombres, mientras que solo un 33,33 son mujeres, en su mayoría madres cabeza de hogar. Respecto al nivel educativo la mayoría de los recicladores de oficio (75,31%) cuenta con nivel educativo primaria o secundaria, el restante 24,69 % no cuenta con ningún tipo de educación. El 77,90% de la población recicladora encuestada cuenta con vivienda propia, el 70% no cuenta con trabajos o fuentes de ingreso alternas, el 100% percibe ingresos semanales menores a \$ 500.000 y el 56, 79% ejerce la actividad del reciclaje desde hace menos de 10 años. Solo un 8,64% de la población recicladora ejerce la actividad desde hace más de 20 años. Respecto al número de asociaciones u organizaciones de recicladores, en el municipio de Arauca se encontraron dos (02) asociaciones de recicladores denominadas Asociación de Recicladores de Caño Jesús (con 24 Recicladores) y Cooperativa Multiactiva de Recicladores 4R (con 22 Recicladores), según informaron a la consultoría, estas asociaciones de recicladores no cuenta con un área de acopio de material, ni con herramientas adecuadas para el desarrollo de la actividad.(PGIRS Arauca, 2016, pag.86)

## 7.2 CONTEXTO ECONÓMICO

### 7.2.1 Economía del municipio

El principal factor económico del municipio de Arauca está basado en el sector minero energético, representado en la explotación petrolera y de canteras. El segundo sector más fuerte es el agrícola cuyas actividades económicas más representativas son ganadería y cultivos como cacao, arroz y, plátano entre otros.

En tercer lugar, el sector de servicios sociales, comunales y personales, representado principalmente en el movimiento económico que genera el gobierno: administración pública, educación, salud etc. Finalmente se encuentra el sector terciario (comercio, transporte y servicios financieros).(PGIRS, Arauca, 2016). El análisis de la estructura productiva del municipio permite ver visiblemente un sector agrícola en crecimiento podría tomar una mayor participación frente a un sector petrolero con poco valor agregado en su producción y disminución de ingresos por regalías. Para el caso de este estudio “procesos de aprovechamiento” se vislumbran grandes posibilidades en cuanto el aprovechamiento de residuos orgánicos derivados de este sector económico requiriéndose procesos de investigación con análisis de viabilidad técnica, administrativa y financiera.

#### *Sector Petrolero*

Este recurso ha sido la principal fuente de riqueza de Arauca, para el 2008 el departamento era el segundo mayor receptor de regalías del país con recursos del orden de 250 mil millones al

año (PECDTI, Colciencias, 2013); sin embargo, aun sin dejar de ser un renglón importante se ha visto un retroceso en la producción, debido a la inestabilidad del mercado internacional y deficiencias en la infraestructura productiva. Este sector además de impulsar la economía ha financiado también la administración pública local y la inversión social a través de las regalías.

### ***Sector agropecuario***

La producción pecuaria y agrícola ocuparon en el 2012 una participación del 20,16% dentro de la economía, está representada por cultivos como plátano, yuca, arroz seco, maíz tradicional y por la explotación ganadera (PGIRS, Arauca, 2016). Sin embargo este sector se caracteriza por una baja modernización, poca diversidad de cultivos, baja productividad, escasa adopción tecnológica, altos costos de producción, baja asistencia técnica y en general poca capacidad de agrupación gremial. A pesar de estas dificultades el departamento cuenta con ventajas competitivas en términos de rendimientos y disponibilidad de tierras con 500.000 hectáreas en el departamento (PECDTI, Colciencias, 2013).

### ***Sector Pecuario***

Se caracteriza por la cría y levante de bovinos, en predios de grandes proporciones y ha estado enmarcada por factores que aventajan o atrasan el dinamismo y competitividad del sector. Arauca en el 2011, fue el décimo departamento de Colombia en producción de ganado bovino con un inventario estimado de 1.028.500 reses en cría y ceba; el sector representa ganadero represento el 20.66% de su PIB y el 4.2% del PIB nacional (Colciencias PEDTI, 2013).

### *Sector Secundario y terciario*

El municipio se caracteriza por la ausencia de un tejido empresarial fuerte, el sector secundario tiene representación a través de empresas constructoras, industria manufacturera y suministro de gas, electricidad y agua. El sector terciario o de servicios tiene la mayor representatividad empresarial en actividades propias del comercio, inmobiliarias, hoteles y restaurantes, transporte, comunicaciones, salud e intermediación aduanera (Gobernación Arauca, 2016).

#### **7.2.2 Aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio**

Para el momento del desarrollo del presente trabajo de investigación, el municipio de Arauca no cuenta con rutas selectivas, tampoco se desarrolla un proceso de separación y aprovechamiento de materiales liderado por el municipio y/o prestador, ni ha realizado esfuerzos concretos para la comunidad dirigidos a adelantar la separación en la fuente, reducción en el origen y reciclaje; sin embargo, se han establecido estrategias para cambiar la situación actual derivada de los cambios normativos en esta materia de los últimos años.

La Empresa de Aseo de Arauca EMAAR S.A E.S. P diseñó una ruta selectiva, como herramienta de planeación en beneficio de la formalización del grupo de recicladores en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo estando pendiente a la implementación operacional de dicha ruta selectiva. Como se ha mencionado

anteriormente existen dos asociaciones de recicladores (Asociación de Recicladores de Caño Jesús y Cooperativa Multiactiva de Recicladores 4R) son las que realizan la labor informal de recoger previamente el material reciclable presentado para su recolección por EMMAR. (PGIRS Arauca, 2016, pág. 67)

Adicional a estas dificultades, se suman otras como la escasa cultura de separación en la fuente, la carencia de una infraestructura para el aprovechamiento de diferentes tipos de residuos sólidos, ausencia áreas de reclasificación, zonas para transformación y/o almacenamiento para el aprovechamiento y/o comercialización de residuos aprovechables que conlleve a disminuir la cantidad de residuos sólidos vertidos en el relleno sanitario del municipio.

Por último, es importante anotar que las dificultades que se presentan en el municipio de Arauca se replican en la mayor parte del país. De acuerdo al análisis que ha desarrollado el Ministerio del Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, se concluyó, que una de las causas principales de este fenómeno en palabras del ministro Luis Gilberto Murillo, se deriva en que “los contratos de prestación del servicio de aseo desincentivan el reciclaje: se paga a los operadores por peso recogido, una situación que los estimula a botar más residuos en los rellenos”(Dinero, R 2017)

### **7.2.3 Programas y proyectos para el aprovechamiento de los residuos sólidos en el marco del PGIRS Arauca 2017 – 2028.**

Como parte del incumplimiento del municipio de las obligaciones en la implementación de programas y proyectos sostenibles de aprovechamiento de residuos sólidos según lo establecido en la normatividad legal en el artículo 90 del decreto 2981 de 2013. Hoy por hoy EMMAR S.A. E.S.P se encuentra en proceso de diseño de 8 rutas selectivas, las cuales se proyecta sean paulatinamente socializadas e implementadas en el 2017 y 2018 por parte de los recuperadores formalizados dentro del esquema operativo de la actividad de aprovechamiento conforme a la resolución 0276 de 2016. En este sentido para establecer los programas y metas de aprovechamiento de residuos se identificaron problemas y de sus causas y efectos, se utilizó la herramienta denominada “El árbol de problemas”<sup>31</sup>. Mediante este método en el marco de la actualización del PGIRS municipal basado en la resolución 754 de 2014 se identificaron por la consultoría y actores involucrados los problemas que se deben gestionar para cada una de las actividades de la prestación del servicio de aseo; para el caso de esta investigación se focalizó la apuesta en el programa de aprovechamiento. Así mismo, en primera instancia se hizo necesario establecer la línea base de aprovechamiento de los residuos sólidos en el municipio. Ver tabla a continuación.

---

<sup>31</sup> Metodología de marco lógico para la planificación y seguimiento y la evaluación de proyectos y programas.

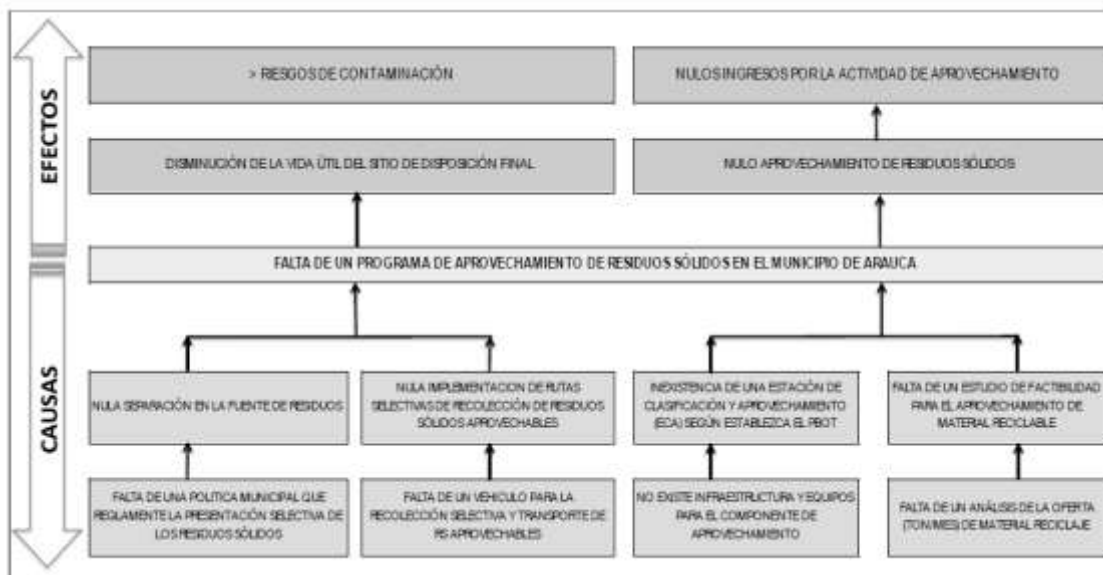
**Tabla 15.**  
*Parámetros línea base - Aprovechamiento*

ITEM	PARÁMETRO RESULTADO	RESULTADO
1	Cantidad de bodegas, centros de acopio y estaciones de clasificación y aprovechamiento, en la categoría de pequeño (Área menor a 150 metros <sup>2</sup> ).	1
2	Cantidad de bodegas, centros de acopio y estaciones de clasificación aprovechamiento, en la categoría de mediano (Área entre 150 y 999 metros <sup>2</sup> ).	6
3	Cantidad de bodegas, centros de acopio y estaciones de clasificación y aprovechamiento, en la categoría de grande (Área igual o mayor a 1.000 metros <sup>2</sup> )	1
4	Cantidad total de recicladores de oficio.	119 recicladores de Oficio (104 – Según listado suministrado por la Alcaldía Municipal, distribuidos en 29 Familias y, 15 – Adicionales según listado suministrado por EMAAR S.A. E.S.P
5	Cantidad de recicladores de oficio que pertenecen a algún tipo de organización, asociación o agremiación.	24 recicladores - Asociación de Recicladores de Caño Jesús y 22 en Cooperativa Multiactiva de Recicladores 4R
6	Cantidad de recicladores de oficio que pertenecen a alguna de las figuras jurídicas previstas en el Artículo 15 de la Ley 142 de 1994 para prestar el servicio público de aseo.	No existe
7	Cobertura de rutas selectivas (en el último año):	0
8	Cantidad de residuos aprovechados por tipo de material.	No existe un reporte – No se adelanta de manera oficial actividad de reciclaje en el municipio
9	Rechazos en bodegas, centros de acopio y estaciones de clasificación y aprovechamiento, en el último año.	Indeterminado
10	Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos generados en plazas de mercado (pm) en el último año.	0
11	Población capacitada en temas de separación en la fuente en el último año:	No se cuenta con registro

Fuente. PGIRS Arauca 2017-2028



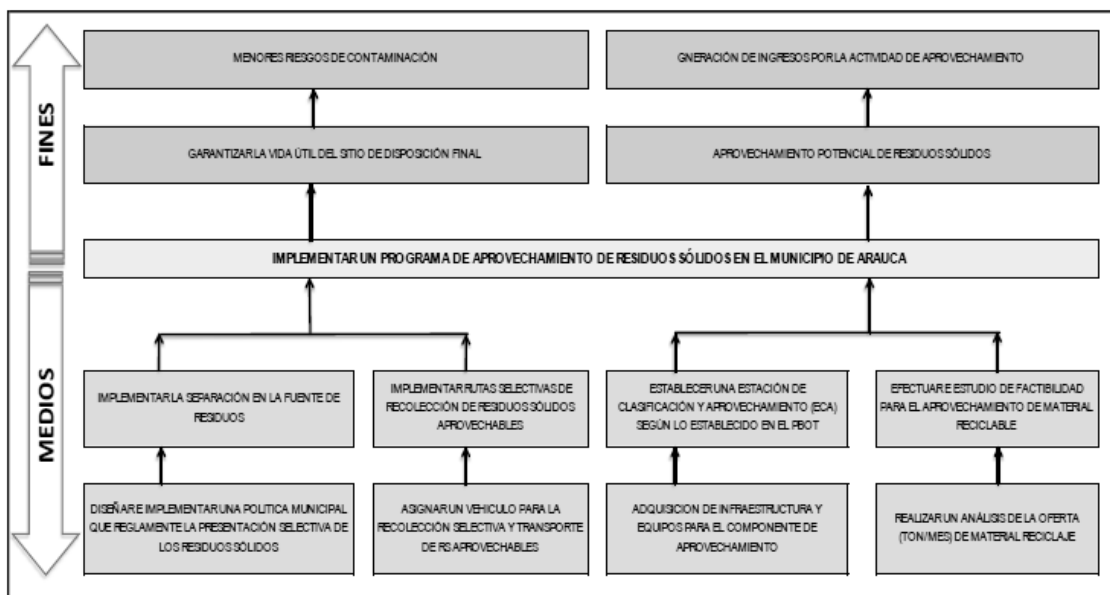
**Figura 10.**  
**Árbol Problema Actividad de Aprovechamiento**



Fuente. PGIRS Arauca 2017-2028

A partir de los problemas planteados en la línea base plasmados en los árboles de problemas se construyeron los árboles de objetivos. En la siguiente figura se presentan los resultados del árbol de objetivos del programa de aprovechamiento.

**Figura 11.**  
*Árbol de Objetivos – Actividad de Aprovechamiento.*



Fuente. PGIRS Arauca 2017-2028

### ***Programa de aprovechamiento municipio de Arauca***

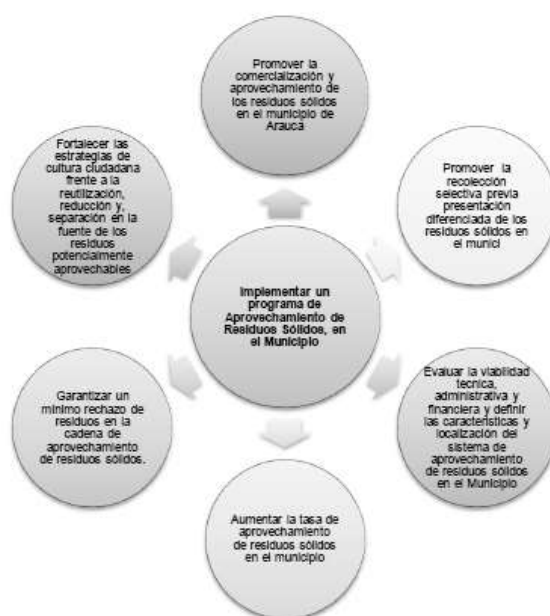
Este programa proyecta la articulación de proyectos de aprovechamiento de los residuos sólidos potenciales generados en el municipio con las demás actividades del servicio público de aseo, con el fin de asegurar una gestión diferencial de residuos sólidos y, la sensibilización y capacitación en separación en la fuente.

El programa en la actualidad ha iniciado en su etapa de planificación y tiene como objeto establecer los lineamientos del esquema operativo de la actividad de aprovechamiento y aplica a las entidades territoriales, a las personas prestadoras de la actividad de recolección y transporte de residuos no aprovechables, personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento incluidas

las organizaciones de recicladores de oficio que estén en proceso de formalización y usuarios.(PGIRS Arauca, 2016, pág.196). Con la delineación e implementación de este programa se pretende la implementación de la actividad de aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio.

### Figura 12.

#### *Objetivos del programa de Aprovechamiento de Residuos Sólidos*



Fuente. PGIRS Arauca 2017-2028

#### ***Proyectos y metas del programa***

Con el objetivo que implementar los lineamientos del esquema operativo de la actividad de aprovechamiento, establecidos en la resolución 0276 de 2016, a través del PGIRS del municipio se propusieron los once (11) proyectos que buscan garantizar el aprovechamiento sostenible y con responsabilidad social de residuos sólidos en el municipio, teniendo presente la importancia

de la labor de los recicladores y centros de acopio y comercialización presentes en el municipio. Los proyectos planteados se agrupan en tres tipos según la finalidad de estos: en el primer grupo se encuentran los proyectos que buscan apoyar, incentivar y fomentar la comercialización de los residuos aprovechables generados en el municipio a través de estrategias dirigidas a los recuperadores y comercializadores del municipio. En un segundo grupo se encuentran aquellos proyectos enfocados al fortalecimiento técnico operativo de la actividad de aprovechamiento en el municipio y, finalmente en un tercer grupo se encuentran los proyectos que buscan fomentar en la ciudadanía la cultura en la presentación diferenciada de los residuos sólidos. (PGIRS Arauca 2016, pág. 201) Ver anexo 06

### **7.3 CONTEXTO AMBIENTAL**

#### **7.3.1 Plan integral de gestión de residuos sólidos – PGIRS Arauca.**

A partir de la expedición del decreto 2981 en diciembre de 2013 que reglamenta el servicio público de aseo, el Ministerio de Vivienda y de Ambiente y Desarrollo Sostenible trabajó en la estructuración de los instrumentos que permitieran su implementación. Por lo cual se modificó la metodología de formulación de los PGIRS para fortalecer la gestión municipal y regional de residuos sólidos. Este decreto establece en el artículo 88, la responsabilidad de los municipios y distritos de elaborar, implementar, y mantener actualizado un plan de gestión integral de residuos sólidos – PGIRS - en el ámbito local o regional según el caso, y que los programas y proyectos allí adoptados deberán incorporarse en los planes municipales de desarrollo económico, social y de obras públicas. Es por ello, que con la expedición de la resolución No. 0754 de 24 de

noviembre de 2014 por parte de los Ministerios de Vivienda, Ciudad y Territorio y Ambiente y Desarrollo Sostenible, se adopta la metodología para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los planes de gestión integral de residuos sólidos” y se ajusta el horizonte de planificación a doce (12) años. Así mismo, el decreto compilatorio 1077 del 26 de mayo 2015, en su artículo 2.3.2.2.5.118 establece que los municipios tendrán un plazo de 24 meses a partir del 20 de diciembre de 2013 para hacer la revisión y ajuste al PGIRS.(M. D. E. Arauca, 2016).

El plan integral de residuos sólidos del municipio de Arauca 2017- 2028, lo conforman por trece programas, los cuales están contenidos en la metodología, estableciéndose un programa por cada una de las actividades del servicio de aseo. La siguiente tabla presenta los programas, objetivos y número de proyectos asociados del plan.

**Tabla 16.**  
*Programas constitutivos del PGIRS - Arauca*

#	PROGRAMA	OBJETIVOS GENERAL	OBJETIVOS ESPECIFICOS	NÚMERO PROYECTOS ASOCIADOS
1	Gestión Integral de Residuos Sólidos Fortalecida Institucional y Empresarialmente	Mejorar el direccionamiento estratégico para la gestión integral de residuos sólidos en el municipio de Arauca	<p>Buscar el mejoramiento continuo en la prestación del servicio público de aseo en el Municipio</p> <p>Valorar el equilibrio entre subsidios y contribuciones, para procurar por la sostenibilidad financiera de la actividad de la prestación del servicio</p> <p>Mantener actualizadas las tarifas y los costos del servicio público de aseo en el municipio de acuerdo con el marco tarifario vigente</p> <p>Garantizar la actualización y adopción de la estratificación socioeconómica del municipio del inicio de cada periodo constitucional</p> <p>Garantizar el pago de los subsidios del servicio público de aseo en el municipio</p> <p>Fomentar la reducción de origen de residuos sólidos y la cultura de no basura en el municipio.</p> <p>Mantener actualizado el Catastro de usuarios de acuerdo con la estratificación socioeconómica del municipio</p>	9
2	Actividad de Recolección, Transporte y Transferencia	Optimizar el componente de recolección y transporte del servicio de aseo	<p>Garantizar la cobertura del componente de recolección y transporte en toda el área de prestación del servicio</p> <p>Garantizar y mantener la frecuencia de recolección en toda el área de prestación del servicio</p>	8

	Renovada y Actualizada	en el Municipio de Arauca	Mantener actualizado y reportado el censo de puntos críticos en el área de prestación del servicio Implementar acciones de control y seguimiento a los puntos críticos identificados y recuperados Aumentará al 100% la cobertura de barrido de forma proporcional a los km de vías pavimentadas en el área de prestación del servicio	
3	Barrido y Limpieza de vías y áreas públicas por una ciudad limpia	Aumentar la cobertura de las actividades de barrido y limpieza de vías y áreas públicas	Garantizar la frecuencia mínima de barrido para todos los sectores del área urbana del municipio, según lo establecido en la normatividad vigente. Promover el manejo adecuado de residuos sólidos en el espacio público del área de prestación del servicio en el municipio	4
4	Limpieza de Playas Ribereñas en Pro de la Protección del Recurso Hídrico	Limpieza de Playas Ribereñas en pro de la protección del recurso hídrico	Promover la limpieza y manejo adecuado de residuos sólidos en las playas ribereñas del río Arauca ubicadas en la zona urbana. Implementar un Programa de Limpieza de Playas Ribereñas ubicadas en el suelo urbano en el Municipio de Arauca.	3
5	Implementando La Actividad de Corte de Césped y Poda de Árboles por una Ciudad Estéticamente Agradable y Ordenada	Diseñar e implementar un programa de poda de árboles y corte de césped en vías y áreas públicas del Municipio	Implementar acciones tendientes a la actualización del catastro de árboles ubicados en vías y áreas públicas Implementar acciones tendientes a la actualización del catastro de áreas públicas objeto de corte de césped Consolidar y registrar la cantidad real de residuos producto de las actividades de corte de césped y poda de árboles y, determinar una alternativa para su aprovechamiento Determinar los lineamientos técnicos y operativos para la prestación del servicio de corte de césped y poda de árbol	4
6	Lavado de Áreas Públicas Por un Espacio Saludable	Implementar un programa de lavado de áreas públicas en el Municipio de Arauca	Determinar los lineamientos técnicos, operativos y socio ambientales para la prestación del servicio de lavado de áreas públicas Mantener actualizado el inventario de áreas públicas objeto de lavado en el municipio	3
7	Promoviendo el Aprovechamiento de Residuos Sólidos	Implementar un programa de Aprovechamiento de Residuos Sólidos, en el Municipio	Promover la comercialización y aprovechamiento de los residuos sólidos en el municipio de Arauca Promover la recolección selectiva previa presentación diferenciada de los residuos sólidos en el municipio Evaluar la viabilidad técnica, administrativa y financiera y definir las características y localización del sistema de aprovechamiento de residuos sólidos en el Municipio Aumentar la tasa de aprovechamiento de residuos sólidos en el municipio Garantizar un mínimo rechazo de residuos en la cadena de aprovechamiento de residuos sólidos. Fortalecer las estrategias de cultura ciudadana frente a la reutilización, reducción y, separación en la fuente de los residuos potencialmente aprovechables	11
8	Responsabilidad social, ambiental y empresarial a través de la inclusión de recicladores	Implementar un programa de inclusión de recicladores dentro de la cadena productiva del reciclaje en el Municipio de Arauca	Promover la organización social y empresarial en los recicladores de oficio del municipio Desarrollar estrategias información, educación y comunicación - IEC - desde una perspectiva de inclusión social y dignificación del trabajo Apoyar y acompañar a las organizaciones de recicladores de oficio en el proceso de formalización progresiva como personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento	7
9	Disposición final de residuos sólidos garantizada	Optimizar la operación del sitio de disposición final de residuos sólidos del Municipio	Disminuir la fracción de residuos sólidos dispuestos en el sitio de disposición final Garantizar la disposición final de residuos sólidos no aprovechables en el relleno sanitario "Las Garzas" del municipio de Arauca Asegurar el manejo adecuado de los lixiviados generados en el sitio de disposición final Municipal	16

10	Promoviendo el Manejo de Residuos Especiales	Promover el Manejo de Residuos Sólidos Especiales Realizar Un Adecuado Manejo de Residuos de Construcción y Demolición Generados en el Municipio	Garantizar el manejo adecuado de los residuos especiales que se generan en el Municipio de Arauca Diseñar e implementar un programa para el manejo y disposición de residuos especiales en el Municipio de Arauca Diseñar una política municipal sobre el manejo de residuos de construcción y demolición Realizar la adecuada disposición final a los residuos de construcción y demolición generados en el municipio Aprovechar los residuos de construcción y demolición que se generan en el municipio Fomentar en los generadores cultura sobre responsabilidad y manejo de residuos de construcción y demolición	2
11	Gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) en Marcha	Diseñar e implementar un programa para el manejo de residuos sólidos en el sector rural del Municipio	Determinar los lineamientos técnicos, operativos y socioambientales para el manejo de residuos sólidos a través de un esquema diferenciado en la zona rural del municipio Prevenir la generación de los puntos críticos en el sector rural del municipio Promover cultura ciudadana sobre barrido y limpieza de vías y áreas públicas en el sector rural.	5
12	Gestión de Residuos Sólidos en el área rural	Controlando los riesgos en la Gestión de Residuos Sólidos	Socializar y Sensibilizar el Plan de Emergencia y Contingencia Asociado a la Prestación del Servicio Público de Aseo en el Municipio de Arauca Establecer las acciones de prevención y control que se deben realizar en caso de alguna eventualidad que altere la prestación del servicio de aseo en el municipio de Arauca	2
13	Controlando Los Riesgos en la Gestión de Residuos Sólidos			

Fuente. PGIRS Arauca 2017-2028

Para la presente investigación los programas siete “Promoviendo el aprovechamiento de residuos sólidos y ocho “Responsabilidad social, ambiental y empresarial a través de la inclusión de recicladores”, se encuentran directamente relacionados con el aprovechamiento de residuos, siendo un punto de inflexión y la apuesta a mediano plazo en el municipio orientada al aprovechamiento.

### 7.3.2 Antecedentes gestión de los residuos sólidos en Arauca

La gestión de los residuos sólidos en el municipio se ha limitado únicamente a la zona urbana, a través de la empresa municipal de servicios públicos de Arauca, Emserpa, y en la zona rural, especialmente en los centros poblados, no se han implementado estrategias encaminadas al

manejo adecuado de los residuos. Inicialmente, en el área urbana, el manejo de los residuos sólidos dentro del componente de disposición final, era deficiente desde el punto de vista ambiental, técnico y sanitario, la cual se venía realizando a través de botaderos a cielo abierto, en ausencia de mecanismo de reducción en la fuente, reutilización aprovechamiento encaminado a minimizar los diferentes impactos negativos que se generan por esta actividad sobre los recursos naturales del área de influencia del lugar de disposición final. En la búsqueda de alternativas para el manejo de los residuos sólidos, la administración municipal para el año 2002, construyó una Planta de Manejo Integral; lo que condujo a la clausura del sitio donde se venía realizando la disposición final. Sin embargo, esta planta dejó de funcionar por presentar deficiencias técnicas e imposibilidad de comercializar el fertilizante producido. (Emserpa, 2010).

### **7.3.3 Disposición final de residuos sólidos Arauca**

La disposición final de los residuos sólidos a la fecha es mediante relleno sanitario, sitio denominado “Las Garzas” ubicado aproximadamente a 21,5 kilómetros del casco urbano, en la vereda el Rosario, bajo las coordenadas geográficas 7° 3'17.69" N y 70°43'37,97" W.(M. D. E. Arauca, 2016)



**Figura 13.**  
*Localización Relleno Sanitario Las Garzas*



Fuente. Google maps

Mediante resolución No 700.41.14-020 del 03 de marzo de 2014, en la cual se otorga “Licencia Ambiental para la ejecución del proyecto denominado: Construcción y operación del relleno sanitario del municipio de Arauca – Departamento de Arauca” a la empresa de Aseo de Arauca S.A E.S.P, – EMAAR S.A E.S.P, en esta licencia se describen las principales características del sitio de disposición final, las cuales se resumen en la siguiente tabla:

**Tabla 17.**  
*Características generales del sitio de disposición final*

Vida Útil	15 años (Vigentes hasta marzo 3 de 2029)
Área Construida	0,61 ha
Tipo de celda	Combinado (Trinchera – Terraza)
Fondo	Impermeabilización con Geomembrana 60 mil y Geotextil NT 1600
Tipo de residuos	Sólidos urbanos
Gases Evacuación	Pasiva con chimeneas mixtas (2/Celda) y chimeneas para extracción de Biogás (2/Celda), empleadas para el control y seguimiento. Chimeneas mixtas en tubería de alta densidad 8”, perforada los primeros metros y revestida con material granular, chimeneas para extracción de biogás en tubería de alta densidad de 6” revestidas de material granular no perforadas.
Cubrimiento	Cobertura diaria con geo sintético negro verde y cobertura permanente con geomembrana y arcilla
Operación	Mecánica
Sistema de recolección de Lixiviados	Piscina 1: 2.700 m3 Piscina 2: 5.000 m3
Elementos básicos de control y seguimiento	Portón de ingreso, vía de acceso, bascula camionera modular de 50 Ton, cerco perimetral parcial (pendiente lindero sur del lote y costados de vía de acceso), vía de acceso interna, valla informativa y caseta administrativa parcialmente construida. Piscinas de lixiviados No. 1 Celda de disposición No. 1 con sus terraplenes de contención, tránsito vehicular e intermedios. Celda de disposición No. 2 parcialmente construida Cunetas perimetrales para recolección de aguas lluvias Piezómetros

Fuente: Resolución No 700.41.14-020. Corporinoquia

***Empresa municipal de servicios públicos de Arauca EMAAR - E.S.P.***

La prestación del servicio público de aseo en el municipio de Arauca es realizada a través de un operador especializado “Empresa de Aseo de Arauca EMAAR S.A E.S.P., constituida mediante matricula de cámara de comercio No.00025165 del 20 de diciembre 2012, tomando

como herramienta fundamental la promulgación de la ley 142 de junio de 1994 “régimen de los servicios públicos domiciliarios”. La empresa inicio sus operaciones el 01 de febrero del año 2013 en el municipio de Arauca capital con el objetivo de brindar servicios de barrido y limpieza de vías y áreas públicas, recolección, transporte y disposición final de residuos sólidos urbanos, como respuesta a la necesidad de establecer un servicio de aseo más eficiente y organizado en la ciudad.

***Informe sobre el estado de los recursos naturales y el medio ambiente en Arauca – contraloría departamental.***

De manera general el manejo de los residuos sólidos que realiza el municipio de Arauca, presenta falencias en cuanto a los procesos de educación ambiental y la inclusión de los recicladores de oficio (C. D. de Arauca, 2015, pág. 15). En cuanto al proceso de aprovechamiento de residuos se evidencia que EMMAR como operador logístico desarrolla algunas actividades de educación ambiental, sin embargo, son esfuerzos temporales y cortos que no alcanzan a sensibilizar a la comunidad en cuanto la importancia de selección en la fuente y el aprovechamiento de los residuos sólidos para recuperarlos, transformarlos y retornarlos nuevamente a su ciclo de vida. Este informe de la Contraloría Departamental concluye que resulta dificultoso precisar las cifras de la cantidad de residuos reciclados mensualmente pues varía de acuerdo a la época del año y las actividades que se realizan al interior del municipio, así mismo se presenta una alta informalidad en los procesos de comercialización sin que se suscriban contratos o convenios con algún comprador siendo los precios muy variantes lo mismo que los requerimientos en cuanto a la presentación de los residuos para ser tranzados. Por último, desde el punto de vista social se concluye que los esfuerzos desde las entidades locales de gobierno no

han sido suficientes para formalizar a los recuperados (recicladores) de oficio incumpliendo con la normatividad vigente.

## **8. CAPÍTULO 3 DESARROLLO METODOLÓGICO**

*Un contraste entre lo práctico y lo teórico...*

## **8.1 TIPO DE ESTUDIO**

El desarrollo de esta investigación se enmarca en el concepto de investigación mixta con procesos de investigación y de análisis cuantitativo y cualitativo fundamentados en el estudio de contenidos de variadas fuentes sectoriales y datos estadísticos de los principales actores de aprovechamiento de residuos plásticos a nivel regional y local. Así mismo, es importante mencionar que el presente capítulo se desarrolla complementando el análisis cuantitativo y cualitativo con la estructura metodológica definida por el artículo 92 “Viabilidad de proyectos de aprovechamiento” del decreto 2981 de 2013.

## **8.2 MÉTODO PARA ESTABLECER LA VIABILIDAD DE APROVECHAMIENTO**

La metodología empleada para la determinación del aprovechamiento potencial de residuos plásticos en el municipio de Arauca se desprende del decreto 2981 de 2013; este en el marco del PGIRS delinea los aspectos básicos a desarrollar para determinar la viabilidad de los proyectos de aprovechamiento de residuos, entre ellos el plástico, teniendo en cuenta aspectos sociales, económicos, técnicos, operativos, financieros y comerciales, así como beneficios ambientales. Empleando el método descrito se desarrollarán cada uno de los nueve ítems presentes en la siguiente tabla. Así mismo de acuerdo con las pautas del ítem número tres se simularán dos escenarios, seleccionándose aquel con mejores resultados en sus indicadores financieros con el fin de aplicar la totalidad de la metodología descrita en el artículo 92 del decreto 2981. Por último, es importante anotar que para desarrollar los modelos y resultados financieros se empleó el aplicativo Evaproject; éste está diseñado para facilitar a quien elabore un proyecto en un nivel

de prefactibilidad o factibilidad, elaborar todos los estados financieros y determinar las bondades de un proyecto aplicando los criterios de VPN, TIR y B/C con horizontes hasta de quince años.

Para el caso específico de la presente investigación se utilizó un horizonte de diez años de acuerdo con el artículo 2.3.2.5.3.4. Planes de Fortalecimiento Empresarial del decreto 596 de 2016.

**Tabla 18.**

*Metodología para establecer la viabilidad de proyectos de aprovechamiento según decreto 2981 de 2013*

Ítem	Descripción
1. Análisis de Mercado	Realizar un análisis de mercado en el cual se evalué como mínimo la oferta, la demanda, los precios históricos de compra y venta de materiales; Identificación de los actores de la cadena de comercialización y transformación de material reciclable, que permita estimar la cantidad de residuos a ser incorporados en el ciclo productivo en un periodo determinado de tiempo
2. Cuantificación y caracterización y residuos plásticos	Realización de la cuantificación y caracterización de los residuos para determinar el potencial de aprovechamiento, de acuerdo con sus propiedades y condiciones de mercado
3. Infraestructura	Realizar predimensionamiento de la infraestructura y equipos necesarios en lo posible considerando por lo menos dos alternativas tecnológicas y administrativas, apropiadas a las condiciones socioeconómicas del municipio. Para el efecto se considerará la cantidad y tipo de residuos que se gestionarán en el proyecto de aprovechamiento, teniendo en cuenta el tipo de producto que el proyecto ofrecerá en el mercado
4. Indicadores Operacionales	Comparar alternativas a través de indicadores como beneficio/costo, empleos generados, costos de operación y mantenimiento, ingresos, entre otros.
5. Viabilidad Financiera	Evaluación de la viabilidad financiera y comercial de la alternativa seleccionada, para lo cual deberá considerar los costos de inversión, operación, administración y mantenimiento. Así mismo, deberá incluir los ingresos por concepto de comercialización de materiales y de tarifas. El análisis deberá ser desarrollado para un periodo mínimo de diez años, incorporando indicadores financieros como B/C, VPN y TIR. La viabilidad del proyecto se considera positiva en condiciones de indiferencia de estos indicadores.
6. Articulación	En el marco de los PGIRS, el municipio deberá considerar la articulación del proyecto de aprovechamiento de residuos con los demás componentes del

	servicio público de aseo como la presentación de los residuos separados en la fuente, recolección y transporte selectivo, sensibilización y capacitación en separación en la fuente
7.Ubicación	El sitio donde se instalará la infraestructura debe ser compatible con los usos del suelo definidos en las normas de ordenamiento territorial vigentes
8.Permisos y Concepción	El proyecto debe contar con los permisos, concesiones y autorizaciones a que haya lugar, según lo establecido en la normativa vigente
9.Vinculación de los recicladores	Estructurar las estrategias para la vinculación de los recicladores de oficio cuando sea del caso

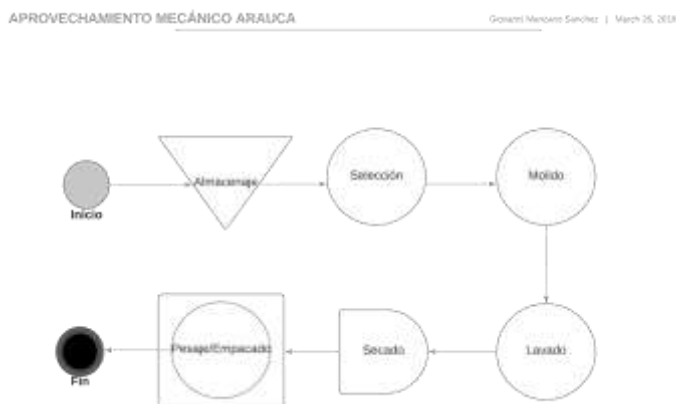
Fuente. Artículo 92 – Decreto 2981 de 2013

Como se mencionó anteriormente, para el desarrollo de este objetivo se simularán dos escenarios que permitan determinar de prefactibilidad técnica y financiera para el aprovechamiento de residuos plásticos en el municipio de Arauca de acuerdo al literal número tres del acuerdo 2981. Para facilitar la comprensión se presentan a continuación los flujogramas 13 y 14 para cada escenario.

### Escenario 1: Aprovechamiento residuos plásticos como insumo o materia prima.

#### Figura 14.

*Flujograma aprovechamiento residuo plástico como materia prima*



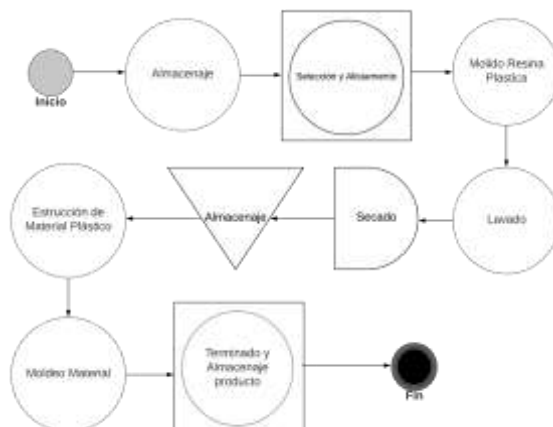
Fuente. Construcción propia



## Escenario 2: Aprovechamiento residuos plásticos transformado como producto final.

**Figura 15.**

*Flujograma aprovechamiento residuo plástico transformado como producto final*



Fuente. Construcción propia

Para la definición de los escenarios se emplearon criterios tales como las escalas diferenciales teniendo en cuenta el tamaño del municipio Arauca, la población de recuperadores de oficio, el mercado para la incorporación de los residuos aprovechables, el nivel de desarrollo del sector en el municipio, pero principalmente las obligaciones generadas a partir del decreto 596<sup>32</sup> de 2016 relacionado con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recuperadores.

---

<sup>32</sup> El decreto 596 tiene como objeto definir el esquema operativo de la actividad de aprovechamiento y la transitoriedad para el cumplimiento de las obligaciones que deben atender los recicladores de oficio y las organizaciones de recicladores de oficio que estén en proceso de formalización como personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento en el servicio público de aseo, para todo el territorio nacional

### 8.2.1 Análisis de Mercado

Para el desarrollo del presente apartado se realizan estimaciones “proyecciones” basados datos obtenidos en el Plan Integral de Gestión de Residuos Sólidos PGIRS del municipio de Arauca, fuentes sectoriales, gubernamentales, así como datos recopilados en trabajo de campo para lo cual se realiza a continuación una breve descripción de la información obtenida de los diferentes actores. A través de trabajo de campo se establecieron las condiciones actuales del mercado de los residuos plásticos en el municipio de Arauca y el departamento por medio de información suministrada por comercializadores locales y las empresas de servicios públicos de los municipios de Arauca, Saravena y Tame. Para esto se aplicaron tres instrumentos;

Encuesta 1. Dirigida a los centros de acopio, comercialización y aprovechamiento de residuos sólidos del municipio, incluido los residuos plásticos, con el objetivo de conocer el tipo de organización, los volúmenes de materiales comercializados, los procesos de aprovechamiento entre otras variables propias de esta actividad económica desarrollada en el municipio de Arauca

Encuesta 2. Dirigida a la empresa de servicios públicos de Arauca EMMAR E.S.P., con el objetivo de conocer los avances en el “programa de aprovechamiento” y el “programa de inclusión de recicladores”, enmarcados en el PGIRS 2017-2028.

Encuesta 3. Dirigida a la empresa pública de aseo del municipio de Saravena ECAAS E.S.P., con el objetivo de conocer los procesos de reciclaje, experiencias, dificultades y retos, frente al aprovechamiento de residuos plásticos.

### *Oferta y demanda*

De acuerdo con los datos que contiene la tabla 20 “Centros de acopio o estaciones de clasificación y/o aprovechamiento”; actualmente el municipio cuenta con ocho (8) centros de acopio y comercialización de residuos sólidos, de estos el 50% realiza comercialización de residuos plásticos, dos (2) de los cuales se dedican exclusivamente a la comercialización y aprovechamiento mecánico de material plástico. En visita a estos dos últimos centros se logró establecer que la Arauca Reverdece agremia a un sector de recuperadores “Caño Jesus” quienes reciben un ingreso con precios estables sobre los plásticos recuperados en mayor proporción tipo PET para su alistamiento y posterior traslado a la ciudad de Bogotá para su transformación en artículos de uso final. Así mismo, Reciclar de Arauca, desarrolla un proceso similar, sin embargo, esta unidad de negocio compra y/o recibe material plástico tipo PDAD, PDBD y PP recuperado a recicladores y algunas instituciones públicas desarrollando procesos de molido, lavado y embalado en sacos de 25kg., que son comercializados principalmente con transformadores de la ciudad de Bucaramanga. Así mismo, en la tabla 19 de muestra un análisis de la oferta, la demanda y estimación de ingresos por comercialización de residuos aprovechables incluidos los de tipo plástico.

**Tabla 19.***Análisis de la Oferta, la demanda y estimación de ingresos por comercialización de residuos aprovechables*

Material	Cantidad es que comercializar	Precios por compra	Egresos por tipo de material al año	acopio (\$/T)	Egresos acopio	Alistamiento o pretratamiento (\$/T)	Egresos alistamiento	Transporte al punto de comercialización	Egreso por transporte	Venta del material (\$/T)	Ingresos anuales por venta del material (A*F) *12
	TON/ME S (A)	\$/T (B)	\$ A*B*12	\$/T (C)	\$ A*C*12	\$/T (D)	\$ A*D*12	\$/T (E)	\$ A*E*12	\$/T (F)	
Chatarra ferrosa	187	\$240.357	\$539.361.108	\$30.00 0	\$67.320.00 0	\$70.000	\$157.080.0 00	\$115.000	\$258.060.0 00	\$485.000	\$1.088.340.0 00
Plástico	9	\$300.000	\$32.400.000	\$30.00 0	\$3.240.000	\$70.000	\$7.560.000	\$115.000	\$12.420.00 0	\$550.000	\$59.400.000
Cartón	30	\$66.667	\$24.000.120	\$30.00 0	\$10.800.00 0	\$70.000	\$25.200.00 0	\$115.000	\$41.400.00 0	\$280.000	\$100.800.000
Aluminio	6,6	\$1.900.00 0	\$150.480.000	\$30.00 0	\$2.376.000	\$70.000	\$5.544.000	\$115.000	\$9.108.000	\$2.500.000	\$198.000.000
Bronce	0,7	\$5.800.00 0	\$48.720.000	\$30.00 0	\$252.000	\$70.000	\$588.000	\$115.000	\$966.000	\$10.500.00 0	\$88.200.000
Cobre	3,2	\$9.125.00 0	\$350.400.000	\$30.00 0	\$1.152.000	\$70.000	\$2.688.000	\$115.000	\$4.416.000	\$14.500.00 0	\$556.800.000
Archivo	12,8	\$250.000	\$38.400.000	\$30.00 0	\$4.608.000	\$70.000	\$10.752.00 0	\$115.000	\$17.664.00 0	\$500.000	\$76.800.000
Antimonio	0,9	\$1.200.00 0	\$12.960.000	\$30.00 0	\$324.000	\$70.000	\$756.000	\$115.000	\$1.242.000	\$1.900.000	\$20.520.000
TOTAL			\$1.196.721.2 28		\$90.072.00 0		\$210.168.0 00		\$345.276.0 00		\$2.188.860.0 00

Fuente. PGIRS Arauca 2017-2028

**Tabla 20.**  
*Demanda de Residuos Aprovechables Arauca, Saravena y Tame*

MATERIAL	EMPRESA	CIUDAD	Cantidades mínimas requeridas (TON/MES)	Requerimiento de calidad del material	Requisitos legales	Precio (\$/TON)	¿Incluye transporte al punto de entrega?	Punto de entrega
Chatarra no ferrosa	Comercializadora Pineda, Encoré reciclaje y Ricardo Hernández (Municipio de Saravena)	160 km	10	Separado	Ninguno	\$350.000	No	Bodega
	Chatarrería Trigo, Chatarrería Botri, Chatarrería La Fortuna, Frontera, Aljova y Comercializadora Ferremateriales - Municipio de Arauca	<3km	187	Separado y limpio	Ninguno	\$240.357	No	Bodega
Chatarra ferrosa	Comercializadora Pineda, Encore reciclaje y Ricardo Hernández (Municipio de Saravena)	160 km	7,5	Separado y limpio	Ninguno	\$360.000	No	Bodega
	Chatarrería La Libertad y Chatarrería Tame (Municipio de Tame)	200 km	50	Separado	Ninguno	\$375.000	No	Bodega
Papel	Chatarrería La Chicharra del Sarare - Municipio de Saravena	160 km	2	Separado y limpio	Ninguno	\$100.000	No	Bodega
	Chatarrería La Libertad (Municipio de Tame)	200 km	50	Separado y limpio	Ninguno	\$150.000	No	Bodega
	Arauca Verdece y, Recicladores de Arauca	<3km	9	Separado y limpio	Ninguno	\$300.000	No	Bodega
Plástico	ECAAAS, Encore Reciclaje y Chatarrería La Chicharra de Sarare - Municipio de Saravena	160km	5,8	limpio	Ninguno	\$366.667	No	Bodega
	Chatarrería La Libertad (Municipio de Tame)	200km	10	limpio	Ninguno	\$200.000	No	Bodega
	Chatarrería Trigo, Chatarrería Botri, Chatarrería La Fortuna - Municipio de Arauca	<3km	30	Separado y limpio	Ninguno	\$66.667	No	Bodega
Cartón	Encore Reciclaje y Chatarrería La Chicharra del Sarare - Municipio de Saravena	160km	20	limpio	Ninguno	\$100.000	No	Bodega
	Chatarrería La Libertad (Municipio de Tame)	200km	25	limpio	Ninguno	\$70.000	No	Bodega
	Chatarrería Trigo, Chatarrería Botri, Chatarrería La Fortuna Frontera, Aljova y Comercializadora Ferremateriales - Municipio de Arauca	<3km	6,6	Separado y limpio	Ninguno	\$1.900.000	No	Bodega
Aluminio	Comercializadora Pineda, Chatarrería la Chicharra del Sarare, Encore reciclaje y Ricardo Hernández - Municipio de Saravena (Municipio de Saravena)	160km	9,65	limpio	Ninguno	\$1.887.500	No	Bodega
	Chatarrería La Libertad y Chatarrería Tame (Municipio de Tame)	200km	4	limpio	Ninguno	\$1.850.000	No	Bodega

PET	Comercializadora La Chicharra, ECAAAS E.S.P y Encore Reciclaje - Municipio de Saravena	160km	3,27	limpio	Ninguno	\$400.000	No	Bodega
	Chatarrería la libertad - Municipio de Tame	200km	15	limpio	Ninguno	\$200.000	No	Bodega
	Chatarrería Trigo, Chatarrería Botri, Chatarrería La Fortuna, Botri, Chatarrería la Fortuna, Frontera, Alijova y Comercializadora Ferromateriales - Municipio de Arauca	<3km	3,2	limpio	Ninguno	\$9.125.000	No	Bodega
cobre	Chatarrería la libertad - Municipio de Tame	200km	0,7	limpio	Ninguno	\$9.750.000	No	Bodega
	Comercializadora Pineda, Chatarrería la Chicharra del Sarare, Encore Reciclaje, ECAAAS y Ricardo Hernández - Municipio de Saravena	160km	7,81	limpio	Ninguno	\$7.237.500	No	Bodega
Revista	Chatarrería La Chicharra del Sarare - Saravena	160km	0,5	limpio	Ninguno	\$28.000	No	Bodega
	Chatarrería La Libertad (Municipio de Tame)	200km	0,5	limpio	Ninguno	\$30.000	No	Bodega
	ECAAAS E.S.P - Municipio de Saravena	200km	0,2	limpio	Ninguno	\$4.000.000	No	Bodega
Bronce	Chatarrería Trigo, Chatarrería Botri, Chatarrería La Fortuna Frontera, Alijova y Comercializadora Ferromateriales -Municipio de Arauca	<3km	0,77	limpio	Ninguno	\$5.800.000	No	Bodega
	Chatarrerías: Trigo, Botro, La Fortuna y la frontera, Comercializadora Ferromateriales - Municipio de Arauca	<3km	12,8	limpio	Ninguno	\$250.000	No	Bodega
Archivo	Chatarrería la libertad - Municipio de Tame	200km	0,5	limpio	Ninguno	\$150.000	No	Bodega
	Comercializadora La Chicharra y Encore reciclaje - Municipio de Saravena	160km	0,2	limpio	Ninguno	\$300.000	No	Bodega
	Chatarrería la libertad - Municipio de Tame	200km	10	limpio	Ninguno	\$200.000	No	Bodega
Vasija-Pasta	Comercializadora La Chicharra, ECAAAS E.S.P y Encore Reciclaje - Municipio de Saravena	160km	3,47	limpio	Ninguno	\$325.000	No	Bodega
Antimonio	Chatarrería Trigo, Chatarrería Botri, Chatarrería Fortuna, Chatarrería La Frontera y Comercializadora Ferromateriales - Municipio de Arauca	<3km	0,7	limpio	Ninguno	\$1.200.000	No	Bodega

Fuente. PGIRS Arauca 2017-2028

Introduciéndose un poco más en los factores de oferta y demanda de los residuos plásticos en el ámbito local se encuentran datos correlacionados con pequeñas variaciones frente a la demanda y la oferta para el periodo 2016-2017. Mientras para el 2016 según el PGIRS del municipio la demanda de material plástico reciclado fue de 56,54<sup>33</sup> toneladas/mes, el trabajo de campo arrojó un resultado ligeramente menor con un promedio de comercialización de aproximadamente 53 toneladas/mes como producto del agregado de los cuatro centros de acopio del municipio que trazan este tipo de residuos. En este sentido, es importante mencionar que según información recolectada en campo, el 100% del material plástico recuperado es comercializado; sin embargo, ocasionalmente se establecen stops de inventario por los propietarios de los centros de acopio cuando el valor del material presenta caídas en los precios como un comportamiento típico de variabilidad propiciada por los grandes comercializadores y transformadores ubicados en la ciudad de Bogotá y Bucaramanga que a su vez son afectados por la demanda y oferta internacional para este tipo de materiales.

### ***Precios históricos de compra y venta***

La información y datos de los precios históricos de compra y venta de plástico reciclado se convirtió para esta investigación en una de las variables más complejas de obtener tanto a nivel nacional como local. El trabajo de campo muestra que existen tres elementos clave por el cual fluctúa el precio de compra y venta de material plástico reciclado; en su orden son, cantidad, calidad y oportunidad. Esto se puede explicar debido a que a mayor cantidad de material

---

<sup>33</sup> Tabla 20. Demanda de Residuos Aprovechables Arauca, Saravena y Tame

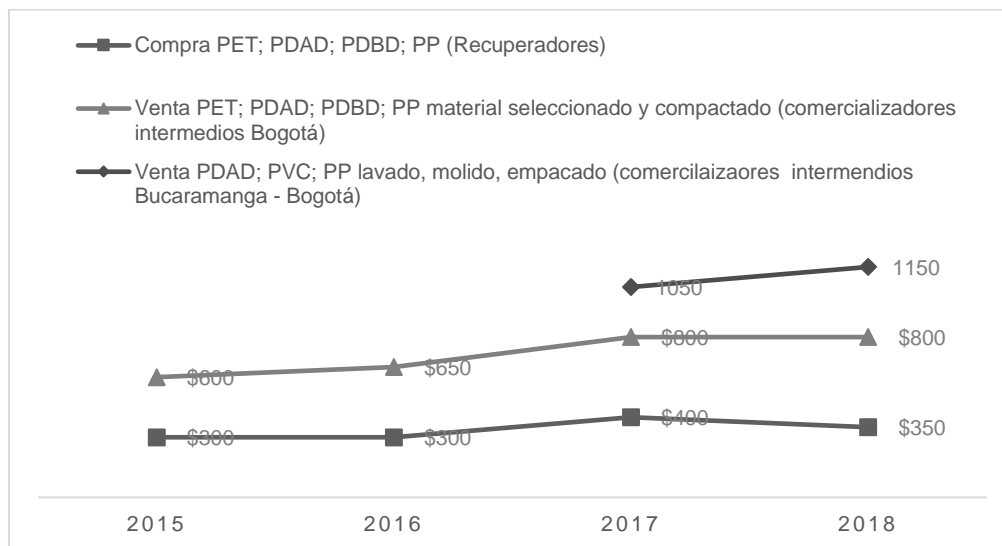
recuperado disponible se cuente, combinado con la calidad que se logre tras su pretratamiento, y la oportunidad de entrega al mayorista por parte del agente económico comercializador, que para este caso son cualquiera de los cuatro centros de acopio y comercialización de plástico reciclado del municipio; mayores precios de compra se obtienen de los agentes mayoristas y mejores precios de compra se ofrecen a los recuperadores. Si al tranzar este tipo de materiales se conjugan adecuadamente estos tres elementos se logra acceder a las grandes bodegas o acopiadores especializados eliminando procesos de intermediación que pueden significar obtener una utilidad promedio inicial de 30% a una con menor intermediación del 90%. Ver figura 16

También es importante mencionar que de acuerdo con el PGIRS municipal el coste de acopio y pretratamiento de los materiales plásticos reciclables para los comercializadores minoristas del municipio oscila en un 35% del total de la estructura de costos de la actividad.



**Figura 16.**

*Comportamiento precios compra y venta material plástico reciclado Arauca*<sup>34</sup>



Fuente. Construcción propia trabajo de campo

Los valores presentados en la figura anterior son precios de referencia suministrados por los centros de acopio y distribución del municipio de Arauca, sin embargo, no fue posible acceder a registros o recibos de transacción para la compra o venta de material recuperado.

### *Actores de comercialización y transformación*

Una vez conocidos los actores de la comercialización del municipio de Arauca y ante el secreto comercial característico de este sector referente a los precios de transacción y las empresas con vínculo comercial se recurre información de la entidad que agremia a las empresas

<sup>34</sup> Para el periodo 2015 y 2016 en lo concerniente a la venta de PDAD; PVC; PP lavado, molido, empacado no se registran datos disponibles.

de la cadena productiva de la química que incluye al plástico y al caucho denominada Acoplásticos<sup>35</sup>. Indistintamente del nivel de desarrollo del sector; en las regiones de Colombia se pueden categorizar de forma homogénea cuatro actores principales de la cadena de residuos plásticos aprovechables así;

***Recolectores (recuperadores, recicladores). 2. Bodegas (pequeñas, intermedias y grandes). 3. Acopiadores especializados y 4. Empresas transformadoras.***




De acuerdo con el directorio colombiano de reciclaje el gremio registra ciento once empresas dedicadas a la adquisición de residuos plásticos seleccionados y clasificados que comercializan materia prima o producto terminado (Lizarralde et al., 2016). Ante la imposibilidad de establecer los compradores de los residuos plásticos recuperados en el municipio de Arauca es probable que este material llegue a una de estas empresas directamente o por medio de intermediarios. Ver figura 17. Así mismo, es importante mencionar que el 63.03% de material con mayor demanda es el tipo PEAD, PDBD y PP y en menor proporción el PVC con 8.1%, seguido del PS y otros con un 10%.

---





<sup>35</sup> Acoplásticos, fundada en 1961, es una entidad gremial colombiana, sin ánimo de lucro, que reúne y representa a las empresas de las cadenas productivas químicas, que incluyen las industrias del plástico, caucho, pinturas y tintas (recubrimientos), fibras, petroquímica y sus relacionadas. (Acoplásticos, n.d.)

**Figura 17.**

*Empresas que adquieren residuos plásticos seleccionados y clasificados, presentan servicios de reciclaje a terceros o comercializan materia prima o producto terminado*

 <b>RESINA POLIETILEN TEREFTALATO</b>		 <b>RESINA POLICLORURO DE VINILO</b>	
<b>NOMBRE EMPRESA</b>	<b>NOMBRE EMPRESA</b>	<b>NOMBRE EMPRESA</b>	<b>NOMBRE EMPRESA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ACOPIAR DISTRITO CAPITAL</li> <li>• APROPET S.A.S.</li> <li>• APROPLAST S.A.</li> <li>• B PLAST</li> <li>• C.I. ECOEFICIENCIA S.A.S.</li> <li>• COORSUBA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ESTRUCTURAS PLÁSTICAS MADERPLAST S.A.</li> <li>• FUNDACIÓN SOCYA</li> <li>• PET Y SOLO PET S.A.S.</li> <li>• RECICLAJE DE POLÍMEROS LTDA.</li> <li>• RECICLENE S.A.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ACOPIAR DISTRITO CAPITAL</li> <li>• APROPLAST S.A.</li> <li>• ASOCIACIÓN DE RECICLADORES CRECER SIN FRONTERAS - ARCRECFRONT</li> <li>• B PLAST</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DANIPLAST</li> <li>• ESTRUCTURAS PLÁSTICAS MADERPLAST S.A.</li> <li>• MODUPLAST LTDA.</li> <li>• RECICLAJE DE POLÍMEROS LTDA.</li> <li>• SERVANDO SUÁREZ</li> </ul>
 <b>RESINA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD</b>		 <b>RESINA POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD</b>	
<b>NOMBRE EMPRESA</b>	<b>NOMBRE EMPRESA</b>	<b>NOMBRE EMPRESA</b>	<b>NOMBRE EMPRESA</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ALFALER S.A.</li> <li>• APROPLAST S.A.</li> <li>• ASOCIACIÓN DE RECICLADORES CRECER SIN FRONTERAS - ARCRECFRONT</li> <li>• B PLAST</li> <li>• C.I. ECOEFICIENCIA S.A.S.</li> <li>• COORSUBA</li> <li>• DANIPLAST</li> <li>• ECOPLAST Y/O GUSTAVO BERNAL</li> <li>• ECOPOLÍMEROS DE COLOMBIA S.A.S.</li> <li>• ESTRUCTURAS PLÁSTICAS MADERPLAST S.A.</li> <li>• FÁBRICA DE MANGUERAS RC.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FUNDACIÓN SOCYA</li> <li>• INDUSTRIAS QUALITY PRODUCTS LTDA.</li> <li>• MODUPLAST LTDA.</li> <li>• PLASTIRIOS</li> <li>• PROMAPLAST S.A.</li> <li>• RECICLAJE DEL EJE CAFETERO</li> <li>• RECICLENE S.A.</li> <li>• SC RECYCLING S.A.</li> <li>• SKINNERPLAST S.A.S.</li> <li>• SKIPLAST</li> <li>• ZAPLAS LIMITADA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ALFALER S.A.S.</li> <li>• AMIPLAST S.A.S.</li> <li>• APROPLAST S.A.</li> <li>• ASOCIACIÓN DE RECICLADORES CRECER SIN FRONTERAS - ARCRECFRONT</li> <li>• B PLAST</li> <li>• C.I. ECOEFICIENCIA S.A.S.</li> <li>• COORSUBA</li> <li>• DANIPLAST</li> <li>• ECOPLAST Y/O GUSTAVO BERNAL</li> <li>• ECOPOLÍMEROS DE COLOMBIA S.A.S.</li> <li>• ESTRUCTURAS PLÁSTICAS MADERPLAST S.A.</li> <li>• FUNDACIÓN SOCYA</li> <li>• INDEPI LTDA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• INDUSTRIAS QUALITY PRODUCTS LTDA.</li> <li>• MERPLAS</li> <li>• MODUPLAST LTDA.</li> <li>• PLASTIRIOS</li> <li>• PROMAPLAST S.A.</li> <li>• RECICLAJE DEL EJE CAFETERO</li> <li>• RECICLENE S.A.</li> <li>• RECUPERACIÓN WPLAS</li> <li>• SC RECYCLING S.A.</li> <li>• SKINNERPLAST S.A.S.</li> <li>• SKIPLAST</li> <li>• ZAPLAS LIMITADA</li> </ul>

Continuación figura 15

<p style="text-align: center;"> OTROS (PC, ABS, NYLON, ACETATO, ACRÍLICO)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="233 298 632 331">NOMBRE EMPRESA</th> <th data-bbox="632 298 1058 331">NOMBRE EMPRESA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="233 347 632 480"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ACOPIAR DISTRITO CAPITAL</li> <li>• ALFALER S.A.S.</li> <li>• APROPLAST S.A.</li> <li>• C.I. ECOEFICIENCIA S.A.S.</li> <li>• DANPLAST</li> </ul> </td> <td data-bbox="632 347 1058 480"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ESTRUCTURAS PLÁSTICAS</li> <li>• MADERPLAST S.A.</li> <li>• PLASTIROS</li> <li>• RECICLAJE DE POLIMEROS LTDA.</li> <li>• SKINNERPLAST S.A.S.</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	NOMBRE EMPRESA	NOMBRE EMPRESA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ACOPIAR DISTRITO CAPITAL</li> <li>• ALFALER S.A.S.</li> <li>• APROPLAST S.A.</li> <li>• C.I. ECOEFICIENCIA S.A.S.</li> <li>• DANPLAST</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ESTRUCTURAS PLÁSTICAS</li> <li>• MADERPLAST S.A.</li> <li>• PLASTIROS</li> <li>• RECICLAJE DE POLIMEROS LTDA.</li> <li>• SKINNERPLAST S.A.S.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"> RESINA POLIESTIRENO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="1148 298 1547 331">NOMBRE EMPRESA</th> <th data-bbox="1547 298 1980 331">NOMBRE EMPRESA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="1148 347 1547 480"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ALFALER S.A.S.</li> <li>• B PLAST</li> <li>• C.I. ECOEFICIENCIA S.A.S.</li> <li>• ICOFORMAS S.A.S.</li> <li>• MODUPLAST LTDA.</li> </ul> </td> <td data-bbox="1547 347 1980 480"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PLASTIROS</li> <li>• PROMAPLAST S.A.</li> <li>• RECICLAJE DE POLIMEROS LTDA.</li> <li>• RECICLENE S.A.</li> <li>• SKINNERPLAST S.A.S.</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	NOMBRE EMPRESA	NOMBRE EMPRESA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ALFALER S.A.S.</li> <li>• B PLAST</li> <li>• C.I. ECOEFICIENCIA S.A.S.</li> <li>• ICOFORMAS S.A.S.</li> <li>• MODUPLAST LTDA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PLASTIROS</li> <li>• PROMAPLAST S.A.</li> <li>• RECICLAJE DE POLIMEROS LTDA.</li> <li>• RECICLENE S.A.</li> <li>• SKINNERPLAST S.A.S.</li> </ul>
NOMBRE EMPRESA	NOMBRE EMPRESA								
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ACOPIAR DISTRITO CAPITAL</li> <li>• ALFALER S.A.S.</li> <li>• APROPLAST S.A.</li> <li>• C.I. ECOEFICIENCIA S.A.S.</li> <li>• DANPLAST</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ESTRUCTURAS PLÁSTICAS</li> <li>• MADERPLAST S.A.</li> <li>• PLASTIROS</li> <li>• RECICLAJE DE POLIMEROS LTDA.</li> <li>• SKINNERPLAST S.A.S.</li> </ul>								
NOMBRE EMPRESA	NOMBRE EMPRESA								
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ALFALER S.A.S.</li> <li>• B PLAST</li> <li>• C.I. ECOEFICIENCIA S.A.S.</li> <li>• ICOFORMAS S.A.S.</li> <li>• MODUPLAST LTDA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PLASTIROS</li> <li>• PROMAPLAST S.A.</li> <li>• RECICLAJE DE POLIMEROS LTDA.</li> <li>• RECICLENE S.A.</li> <li>• SKINNERPLAST S.A.S.</li> </ul>								
<p style="text-align: center;"> RESINA POLIPROPILENO</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="233 740 632 773">NOMBRE EMPRESA</th> <th data-bbox="632 740 1058 773">NOMBRE EMPRESA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="233 789 632 1029"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ACOPIAR DISTRITO CAPITAL</li> <li>• ALFALER S.A.S.</li> <li>• AMPLAST S.A.S.</li> <li>• APROPLAST S.A.</li> <li>• B PLAST</li> <li>• C.I. ECOEFICIENCIA S.A.S.</li> <li>• COORSUBA</li> <li>• DANPLAST</li> <li>• ECOPLAST Y/O GUSTAVO BERNAL</li> <li>• ESTRUCTURAS PLÁSTICAS MADERPLAST S.A.</li> </ul> </td> <td data-bbox="632 789 1058 1029"> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FUNDACIÓN SOCYA</li> <li>• MODUPLAST LTDA.</li> <li>• PLASTIROS</li> <li>• PROMAPLAST S.A.</li> <li>• RECICLAJE DE POLIMEROS LTDA.</li> <li>• RECICLENE S.A.</li> <li>• SC RECYCLING S.A.</li> <li>• SKINNERPLAST S.A.S.</li> <li>• SKIPLAST</li> <li>• ZAPLAS LIMITADA</li> </ul> </td> </tr> </tbody> </table>	NOMBRE EMPRESA	NOMBRE EMPRESA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ACOPIAR DISTRITO CAPITAL</li> <li>• ALFALER S.A.S.</li> <li>• AMPLAST S.A.S.</li> <li>• APROPLAST S.A.</li> <li>• B PLAST</li> <li>• C.I. ECOEFICIENCIA S.A.S.</li> <li>• COORSUBA</li> <li>• DANPLAST</li> <li>• ECOPLAST Y/O GUSTAVO BERNAL</li> <li>• ESTRUCTURAS PLÁSTICAS MADERPLAST S.A.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FUNDACIÓN SOCYA</li> <li>• MODUPLAST LTDA.</li> <li>• PLASTIROS</li> <li>• PROMAPLAST S.A.</li> <li>• RECICLAJE DE POLIMEROS LTDA.</li> <li>• RECICLENE S.A.</li> <li>• SC RECYCLING S.A.</li> <li>• SKINNERPLAST S.A.S.</li> <li>• SKIPLAST</li> <li>• ZAPLAS LIMITADA</li> </ul>					
NOMBRE EMPRESA	NOMBRE EMPRESA								
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ACOPIAR DISTRITO CAPITAL</li> <li>• ALFALER S.A.S.</li> <li>• AMPLAST S.A.S.</li> <li>• APROPLAST S.A.</li> <li>• B PLAST</li> <li>• C.I. ECOEFICIENCIA S.A.S.</li> <li>• COORSUBA</li> <li>• DANPLAST</li> <li>• ECOPLAST Y/O GUSTAVO BERNAL</li> <li>• ESTRUCTURAS PLÁSTICAS MADERPLAST S.A.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FUNDACIÓN SOCYA</li> <li>• MODUPLAST LTDA.</li> <li>• PLASTIROS</li> <li>• PROMAPLAST S.A.</li> <li>• RECICLAJE DE POLIMEROS LTDA.</li> <li>• RECICLENE S.A.</li> <li>• SC RECYCLING S.A.</li> <li>• SKINNERPLAST S.A.S.</li> <li>• SKIPLAST</li> <li>• ZAPLAS LIMITADA</li> </ul>								

Fuente. Acoplásticos

**Figura 18.**  
*Empresas transformadoras de residuos plásticos*

 <b>RESINA POLIETILEN TEREFTALATO</b>		 <b>RESINA POLICLORURO DE VINILO</b>	
NOMBRE EMPRESA	NOMBRE EMPRESA	NOMBRE EMPRESA	NOMBRE EMPRESA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• APROPLAST S.A.</li> <li>• EAT FLEXIFORM</li> <li>• ECOPLAST Y/O GUSTAVO BERNAL</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ESTRUCTURAS PLÁSTICAS MADERPLAST S.A.</li> <li>• FUNDACIÓN SOCYA</li> <li>• MULTIMODAL LOGISTIC AGENCY</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• BIMEK LTDA.</li> <li>• DISECLAR S.A.S.</li> <li>• EAT FLEXIFORM</li> <li>• MODUPLAST LTDA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SERVANDO SUÁREZ</li> <li>• SOPLASCOL LTDA.</li> <li>• WOODPECKER S.A.S.</li> </ul>
 <b>RESINA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD</b>		 <b>RESINA POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD</b>	
NOMBRE EMPRESA	NOMBRE EMPRESA	NOMBRE EMPRESA	NOMBRE EMPRESA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• AIRRIGAR S.A.</li> <li>• ALFALER S.A.S.</li> <li>• ANPLAST LTDA.</li> <li>• ASOCIACIÓN COOPERATIVA DE RECICLADORES DE BOGOTÁ "A.R.B."</li> <li>• CONDURRIEGOS LTDA.</li> <li>• DISECLAR S.A.S.</li> <li>• DISTRIBUIDORA PROCOPLAST</li> <li>• EAT FLEXIFORM</li> <li>• ECOPLAST Y/O GUSTAVO BERNAL</li> <li>• ESTRUCTURAS PLÁSTICAS MADERPLAST S.A.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• FUNDACIÓN SOCYA</li> <li>• GBC PLÁSTICOS LTDA.</li> <li>• MANGUERAS Y MADERAS PLÁSTICAS S.A.</li> <li>• MODUPLAST LTDA.</li> <li>• PLÁSTICOS ABC</li> <li>• POLIMPLAST LTDA.</li> <li>• POLYSER</li> <li>• RECUPERADORES DE PLÁSTICOS RECOPLAST LTDA.</li> <li>• SC RECYCLING S.A.</li> <li>• SKINNERPLAST S.A.S.</li> <li>• SOPLASCOL LTDA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AIRRIGAR S.A.</li> <li>• ALFALER S.A.S.</li> <li>• AMIPLAST S.A.S.</li> <li>• ASOCIACIÓN COOPERATIVA DE RECICLADORES DE BOGOTÁ "A.R.B."</li> <li>• COEMPRENDER - COOPERATIVA EMPRESARIAL DE RECICLADORES</li> <li>• CONDURRIEGOS LTDA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DISTRIBUIDORA PROCOPLAST</li> <li>• EAT FLEXIFORM</li> <li>• ECOPLAST Y/O GUSTAVO BERNAL</li> <li>• ESTRUCTURAS PLÁSTICAS MADERPLAST S.A.</li> <li>• FÁBRICA DE MANGUERAS RC</li> <li>• FUNDACIÓN SOCYA</li> <li>• GBC PLÁSTICOS LTDA.</li> <li>• INDUSTRIAS ODARMOPLAST</li> </ul>

Fuente. Acoplásticos

En cuanto las empresas transformadoras se registran en este mismo directorio setenta y nueve (79) empresas dedicadas a la transformación de material plástico reciclado concentradas en un 65% en plástico tipo PEAD, PDBD y PP; el restante con 8.8% de PS, 7,5% en PET y 7,5% en otros tipos de plásticos. Ver figura 15.

Continuación Figura 18

 <b>RESINA POLIPROPILENO</b>	
NOMBRE EMPRESA	NOMBRE EMPRESA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ALFALER S.A.S.</li> <li>• AMPLAST S.A.S.</li> <li>• ANPLAST LTDA.</li> <li>• DISECLAR S.A.S.</li> <li>• DISTRIBUIDORA PROCOPLAST</li> <li>• EAT FLEXIFORM</li> <li>• ECOPLAST Y/O GUSTAVO BERNAL</li> <li>• ESTRUCTURAS PLÁSTICAS MADERPLAST S.A.</li> <li>• FUNDACIÓN SOCYA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICOFORMAS S.A.S.</li> <li>• LUIS FERNADO CANO - GANCHOS CANO</li> <li>• MANGUERAS Y MADERAS PLÁSTICAS S.A.</li> <li>• MODUPLAST LTDA.</li> <li>• PITIPLAS LTDA.</li> <li>• POLYSER</li> <li>• PROMAPLAST S.A.</li> <li>• SC RECYCLING S.A.</li> <li>• SKINNERPLAST S.A.S.</li> </ul>

 <b>RESINA POLIESTIRENO</b>	
NOMBRE EMPRESA	NOMBRE EMPRESA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• EAT FLEXIFORM</li> <li>• LUIS FERNADO CANO - GANCHOS CANO</li> <li>• MANGUERAS Y MADERAS PLÁSTICAS S.A.</li> <li>• MODUPLAST LTDA.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PEGANTES DEL EJE CAFETERO Y CIA. LTDA.</li> <li>• POLYSER</li> <li>• SKINNERPLAST S.A.S.</li> </ul>

 <b>OTROS (PC, ABS, NYLON, ACETATO, ACRÍLICO)</b>	
NOMBRE EMPRESA	NOMBRE EMPRESA
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ALFALER S.A.S.</li> <li>• BIMEK LTDA.</li> <li>• EAT FLEXIFORM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ESTRUCTURAS PLÁSTICAS MADERPLAST S.A.</li> <li>• MANGUERAS Y MADERAS PLÁSTICAS S.A.</li> <li>• SKINNERPLAST S.A.S.</li> </ul>

Fuente. Acoplásticos

## 8.2.2 Cuantificación y Caracterización y Residuos Plásticos

La generación de residuos sólidos fue calculada a partir de los resultados obtenidos en los monitores (caracterización y pesaje) adelantados en el municipio de Arauca, durante el mes de marzo de 2016; los datos registrados en la Tabla 21. Parámetros Línea Base – Generación de Residuos sólidos, corresponden a los resultados de monitoreo general y específico o puntual para cada una de las fuentes generadoras o usuarios (residencial, oficial - institucional, comercial e industrial).

**Tabla 21.**  
*Parámetros Línea Base – Generación de residuos sólidos*

ÍTEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADO / SOPORTES
1	Cantidad de residuos por actividad del servicio público de aseo según la generación mensual en área urbana	Ton/mes	1.281,95
2	Producción per cápita de residuos en área urbana	Kg/habitante-día	0,54 <sup>36</sup>
3	Caracterización de los residuos en la fuente por sector geográfico, de acuerdo con lo establecido en el título F del RAS <sup>37</sup> , en el área urbana	% en peso por material	Caracterización en la Fuente Ver tabla 22
4	Caracterización de los residuos en el sitio de disposición final, de acuerdo con lo establecido en el título F del RAS, en área urbana	% en peso por material	Cartón: 1,72% <b>Plástico: 2,31%</b> Aluminio: 0,10% Otros:20,29% Archivo: 1,14% Vidrio:1,21% Orgánico: 73,23%
	Usuarios del servicio público de aseo por tipo y estrato, en área urbana.	Numero	Estrato 1 6798 Estrato 2 5614 Estrato 3 1551 Estrato 4 342 Oficial 169 Comercia 775 1
			Total: 15249

Fuente. PGIRS Arauca 2017-2028

<sup>36</sup> La producción per cápita se calcula teniendo en cuenta los datos arrojados por el monitoreo global durante una semana y la proyección de la población en el área urbana según el DANE. PPC= (42.197,14 Kg/Día/77.687 No. Habitantes). Datos extraídos PGIRS Arauca.

<sup>37</sup> Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS

### ***Monitoreo Global.***

El establecimiento de esta línea base se realizó pesando los residuos recolectados en cada una de las rutas en sus tres frecuencias semanales; el pesaje se efectuó en báscula del Relleno Sanitario “Las Garzas.

La cantidad de residuos sólidos generados en el municipio y recolectados por la empresa prestadora del servicio de aseo, se determinó en el PGIRS a partir del pesaje y caracterización de realizado a los vehículos recolectores de la empresa durante una semana en el sitio de disposición final, el monitoreo se desarrolló durante los siete, ya que la empresa realiza recolección de residuos de lunes a domingo. Para el cálculo de la cantidad de residuos se ejecutó el pesaje de los vehículos vacíos y llenos, al finalizar cada uno de los viajes que componen las rutas, a fin de obtener el peso total de residuos sólidos recolectados durante cada una de las jornadas. (PGIRS Arauca 2016, pag.34).

Para determinar la composición general de los residuos sólidos del municipio de Arauca se tomaron los resultados de los seis monitoreos globales realizados durante una semana, esto permitió establecer que los residuos sólidos del municipio de Arauca se componen de la siguiente manera: cantidad de residuos orgánicos (73%), plástico (2,31%), vidrio (1,21%), cartón (1,72%) y aluminio (0,10%). Así mismo se logró determinar las características físicas y la composición de los residuos sólidos generados para los sectores residencial, comercial y oficial. Ver tabla a continuación



**Tabla 22.**  
*Generación de residuos sólidos por materiales*

Material	Caracterización %	Cantidad ton/mes	Calidad
Cartón	1,72%	22,03	Regular
<b>Plástico</b>	<b>2,31%<sup>38</sup></b>	<b>29,61</b>	
Aluminio	0,10%	1,28	
Otros	20,29%	260,05	
Archivo	1,14%	14,62	
Vidrio	1,21%	15,57	
Orgánico	73,23%	938,79	
Total	100%	1.281,95	

Fuente. PGIRS Arauca 2017-2028

**Tabla 23.**  
*Caracterización física promedio de los residuos sólidos- Usuarios Residenciales, Comerciales y Oficiales.*

COMPOSICIÓN GRAVIMÉTRICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS RESIDENCIALES					
Tipo de residuo	Composición	Peso (Kg Usuario/día)	Porcentaje (%)	Total (Kg- Usuario/día)	Porcentaje
Inorgánicos	Archivo	0,05	2,03%	0,37	15,62%
	Cartón	0,08	3,33%		
	Plástico	0,09	3,86%		
	Bolsa Plástica	0,08	3,38%		
	Aluminio	0,01	0,32%		
	Chatarra	0,02	0,69%		
Otros	Vidrio	0,05	2,00%	0,41	17,14%
	Otros	0,41	17,14%		
Orgánicos	Residuos De Alimentos	1,60	67,24%	1,60	67,24%
COMPOSICIÓN GRAVIMÉTRICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS COMERCIALES					
Tipo de residuo	Composición	Peso (Kg Usuario/día)	Porcentaje (%)	Total (Kg- Usuario/día)	Porcentaje
Inorgánicos	Archivo	0,04	1,52%	0,94	32,82%
	Cartón	0,32	11,08%		
	Plástico	0,20	6,90%		
	Bolsa Plástica	0,11	3,65%		
	Aluminio	0,15	5,11%		
	Chatarra	0,03	1,00%		
Otros	Vidrio	0,10	3,55%	0,63	21,83%
	Otros	0,63	21,83%		
Orgánicos	Residuos De Alimentos	1,31	45,36%	1,31	45,36%

<sup>38</sup> A nivel global de acuerdo con informes de Banco Mundial el porcentaje de residuos plásticos registra para las caracterizaciones realizadas un promedio de 10%, mientras que para el caso colombiano según informes del Banco Interamericano de Desarrollo en promedio registra un 10,78%.

COMPOSICIÓN GRAVIMÉTRICA DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS OFICIALES					
Tipo de residuo	Composición	Peso (Kg Usuario/día)	Porcentaje (%)	Total (Kg- Usuario/día)	Porcentaje
	Archivo	0,38	3,92%		
	Cartón	0,46	4,70%		
	Plástico	0,54	5,49%		
Inorgánicos	Bolsa Plástica	0,31	3,14%	2,00	20,54%
	Aluminio	0,01	0,07%		
	Chatarra	0,02	0,22%		
	Vidrio	0,29	3,00%		
Otros	Otros	2,83	29,00%	2,83	29,00%
Orgánicos	Residuos De Alimentos	4,92	50,45%	4,92	50,45%

Fuente. PGIRS Arauca 2017-2028

### ***Residuos plásticos en el municipio de Arauca.***

Según datos consignados en la tabla 22, los residuos plásticos dentro de los clasificados en alguna de las características es el segundo tipo de residuos con mayor porción dentro de la composición global de los residuos municipales solo detrás de los orgánicos que resultan ser los de mayor prevalencia muy por delante de cualquier otra categoría. También es importante anotar que de acuerdo con los resultados de trabajo de campo desarrollados en esta investigación la porción de residuos plásticos se amplía debido a los desvíos de materiales que se presentan previamente en las rutas de recolección por los recuperadores que las comercializan; según los datos recolectados oscilan alrededor de las 30 toneladas mes.

### ***El aprovechamiento de residuos plásticos en el municipio.***

El aprovechamiento de residuos plásticos en el municipio de Arauca se limita a un proceso de compra y pretratamiento primario. Esta actividad económica presenta una alta informalidad con escasa información disponible. Se tiene registro de ocho centros de acopio y comercialización de los cuales el 50% desarrolla con intermitencia la compra y venta de material plástico de acuerdo

con las condiciones de demanda en el mercado según las variaciones en los precios y las cantidades demandadas por grandes comercializadores del interior del país.

**Tabla 24.**  
*Centros de acopio o estaciones de clasificación y/o aprovechamiento*

Agente	Dirección	Tipo de material que recibe	Condiciones de recepción del material Actividades Desarrolladas
Pequeño (Área menor a 150 m <sup>2</sup> )	Arauca Reverdece - Call 23 No. 05-35	Plástico	Seleccionado y limpio
	Aljova - Call 34 E # 16-26	Cobre, Aluminio, Chatarra, Archivo, Bronce, Antimonio y plástico	Seleccionado y limpio
	Chatarrería Botri - Call 25 #18-23	Aluminio, Chatarra, Bronce, Antimonio, Cobre, Cartón, Papel Archivo	Clasificado y limpio
	La Frontera – Calle 25 entre Cara 16 y 17 Comercializadora Ferre materiales Kra 18 No. 25-38	Cobre, Aluminio, Chatarra, Archivo, Bronce, Antimonio Cobre, Aluminio, Chatarra, Papel archivo, antimonio y Bronce	Clasificación y pesaje  Clasificado
Mediano (Área entre 150 y 999 m <sup>2</sup> )	Chatarrería Trigo - Calle 1 Sur #1- 66	Aluminio, Chatarra, Bronce, Antimonio, Cobre, Cartón, Papel, Archivo Chatarra, Archivo, Cartón, Aluminio,	Seleccionado y limpio
	La Fortuna	Antimonio, Bronce, Cobre, Plástico, Pasta, Vidrio, Hierro	Seleccionado y limpio
Grande (Área > 1.000 metros <sup>2</sup> )	Reciclar “Recicladora del Arauca” – Carrera 26 No. 3-06	Plástico	Seleccionado y limpio

Fuente. PGIRS Arauca 2017-2028

Como se mencionó anteriormente por datos de campo un volumen de comercialización cercana a las 30 toneladas mensuales. Así mismo; de acuerdo con información recopilada en

trabajo de campo se pudo constatar que la etapa de reciclado más avanzada en el municipio es el molido y embalaje de varias tipologías de resinas plásticas en sacos de 25 kilogramos.

### 8.2.3 Infraestructura

Cuando se plantea la estructura organizativa de un proyecto en su etapa de prefactibilidad, según su magnitud conviene tener en cuenta tanto la estructura que se adoptara para la fase de implantación como para la fase de operación. (Méndez, 2014). En este sentido para el caso de estudio, definidos los dos escenarios propuestos se realiza proyección de la infraestructura locativa, en equipos y administrativa.

Escenario 1: Aprovechamiento residuos plásticos como materia prima. Ver figura 14

Producto Escenario #1					
Nombre	Tipo	Usos	Peso	Medidas	Resinas
Resina plástica reciclada Molida	Materia Prima	Elaboración de Postas, tabletas y madera plástica para construcción	Saco 25 kg	Particulado de 4mm a 7mm	PET, PDAD, PVC, PP.

Escenario 2: Aprovechamiento residuos plásticos transformándolos hasta producto final. Ver figura 15

Producto Escenario #2						
Nombre	Tipo	Usos	Presentación	Medidas	Resinas	Características
Posta	Producto Construcción	Cerramientos de cercas Construcción parques Invernaderos	12 kg aprox	8x8x210	PDAD, PDBD, PVC, PP	Fácil instalación Material anticorrosivo. No pierde sus propiedades físicas.
Posta	Producto Construcción	Pesebreras. Corrales. Establos	14 kg aprox	10x10x210	PDAD, PDBD, PVC, PP	No requiere aislantes Sustituye la madera, el metal, el concreto. Se puede grapar, clavar, atornillar, etc.
Caja Acueducto	Producto Construcción	Alcantarillado Residencial comercial	8kg aprox	20x32x20	PDAD, PDBD, PVC, PP	Fácil instalación Material anticorrosivo. Se puede grapar, clavar, atornillar, etc.

Predimensionamiento de máquinas y equipos

***Descripción Técnica Molinos<sup>39</sup>- Aplica Escenarios 1 y 2***

***Molino Resinas Plásticas***

1. ***Caja de Cuchillas:*** Fabricada en lámina de 1/2". Ancho 55cms, largo 65cms y una altura de 40cms.
2. ***Rotor:*** Eje fabricado en acero 4340 de diámetro de 4".
3. ***Cuchillas:*** Son seis (6) cuchillas giratorias y cuatro (4) cuchillas fijas, fabricadas en acero bimetálicos.
4. ***Velocidad del Rotor:*** 800rpm
5. ***Tolva:*** En lámina calibre 12, con una trampa en la parte interna.
6. ***Producción:*** PET, PDAD, PP: (200 -250) kg/hora.
7. ***Motor:*** 15 HP, trifásico a 1700rpm, 220/440V.
8. ***Consumo de Energía:*** 12Kw.
9. ***Peso:*** 800Kg.
10. ***Operarios Requeridos:*** Uno (1).

***Lavadora Manual de plástico Molido***

1. ***Dimensiones:*** Diámetro 70cms. Alto 75cms; en lámina de 3/8" de espesor.
2. ***Estructura:*** Ancho: 70cms, largo: 140cms y altura de 55cms, en ángulo de 2 1/2" x 1/4"

---

<sup>39</sup> Proveedor promaquiplast Ltda.

3. **Motor eléctrico:** Trifásico de 20HP, a 1750rpm, a 220/440V.
4. Eje: De 3” en acero 4340, montado en transmisión mecanizada para rodamientos.
5. **Poleas:** Dos Tipo C, de 4 canales.
6. **Revoluciones:** En el eje de 1.400rpm.
7. **Producción:** Trescientos (200 a 300) kgrs/hora.
8. **Volante de impulso o inercia:** Uno, de 50 kgrs.
9. **Dimensiones Generales:** Altura. 130cms, Largo: 140cms y Ancho: 85cms.
10. **Consumo de Energía:** 15Kw.
11. **Peso:** 600Kg.
12. **Consumo de Energía:** 19Kw.
13. **Operarios Requeridos:** Uno (1).

#### ***Lavadora Manual de plástico Molido***

1. **Dimensiones:** Altura. 110cms, Largo: 120cms y Ancho:100cms.
2. **Motor:** De 4HP a 1750rpm, a 220/440V.
3. **Consumo de Energía:** 3Kw.
4. **Peso:** 150Kg.
5. **Consumo de Energía:** 3Kw.
6. **Operarios Requeridos:** Uno (1).

***Estruder Manual para Perfilera Plástica y/o Madera<sup>40</sup>***

1. ***Tornillo sin Fin:*** De 70mm de diámetro por una longitud de 180cms, con paso entre filete de 70mm. Fabricado en acero bonificado 4340.
2. ***Camisa o Barril:*** Diámetro interno de 70.2mm, diámetro externo de 120mm, dividida en tres (3) tramos o secciones, acopladas entre sí con flanches y tornillos, fabricada en barra perforada y con tratamiento térmico de segmentación.
3. ***Tolva de Alimentación:*** Con una capacidad de 100 Kg.
4. ***Camisa de Fuerza o Transmisión:*** Lleva dos (2) rodamientos: una Axial y uno Radial. Fabricada en barra perforada SKF.
5. ***Resistencias Eléctricas:*** Diez (10) resistencias de abrazadera y dos (2) planas, blindadas con asbesto y acero inoxidable.
6. ***Tina de enfriamiento:*** Con las siguientes medidas: En lámina calibre 3/16" de 120cms de ancho x 300cms de largo x 80cms de altura.
7. ***Sistema de Extracción:*** Hidráulico, unidad hidráulica de 3hp, 2.500lbs, cilindro bi – direccional.
8. ***Reductor:*** De 35HP, relación 30/1, de piñones helicoidales.
9. ***Motor eléctrico:*** De 35HP, trifásico de 1750rpm, acanalado.
10. ***Estructura:*** Hecha en lámina configurada, con diseño ergonómico y guardas de seguridad
11. ***Producción:*** 70 - 90krs / hora.
12. ***Moldes:*** Son seis (6) moldes en lamina 3/8, medidas de acuerdo a solicitud del cliente.

---

<sup>40</sup> La Estruder manual se requiere solo para el desarrollo de la simulación 2.

**Tabla 25.**  
*Capacidad de producción maquinas diseñada vs efectiva*

Nombre	Numero de Maquinas	Estándar (kg/h)	Días/Mes	Horas /día	Capacidad diseñada kg/mes	Eficiencia	Capacidad Efectiva kg/mes
Molino	2	200	22	8	70.400	90%	63.360
Extrusora	2	200	22	8	70.400	85%	59.840

Fuente. Construcción Propia

**Tabla 26.**  
*Proyección dimensionamiento maquinaria y equipo para simulación escenarios*

INVERSIONES FIJAS ESCENARIO #1			INVERSIONES FIJAS ESCENARIO #2		
Descripción/Cant.	Vida Útil (En Años)	Inversión Inicial (miles)	Descripción/Cant.	Vida Útil (En Años)	Inversión Inicial (miles)
Molinos x2	10	30.000	Molinos x2	10	30.000
Lavadora/Secadora x1	10	8.000	Lavadora/Secadora x1	10	8.000
Balanzas x2	10	1.000	Balanzas x2	10	1.000
Tanques 1000lt x 3	10	1.620	Tanques 1000lt x3	10	1.620
Herramientas	10	1.000	Extrusoras x2	10	98.000
Equipo de comunicaciones x 5	5	1.500	Aglutinadora x1	10	8.100
Equipos de cómputo x4	5	6.000	Herramientas	10	1.000
Muebles y enseres	5	1.500	Equipo de comunicaciones x5	5	1.500
Triciclos Carga x10	10	7.000	Equipos de cómputo x4	5	6.000
-	-	-	Muebles y enseres	5	1.500
-	-	-	Triciclos Carga x10	12	7.500
Total		57.620	Total		164.220

Fuente. Construcción Propia



*Predimensionamiento estructura administrativa y operativa*

**Tabla 27.**

*Proyección dimensionamiento estructura administrativa y operativa para simulación escenarios*

Talento Humano Escenario # 1			Talento Humano Escenario # 2		
Personal Administrativo			Personal Administrativo		
Descripción	Cantidad	Salario (miles)	Descripción	Cantidad	Salario (miles)
Gerente	1	2.500	Gerente	1	2.500
Secretaria Ejecutiva Contable	1	1.200	Secretaria Ejecutiva Contable	1	1.200
Personal de Ventas			Personal de Ventas		
Descripción	Cantidad	Salario (miles)	Descripción	Cantidad	Salario (miles)
Asesor Comercial	1	1.500	Asesor Comercial	1	1.500
Personal de Producción			Personal de Producción		
Descripción	Cantidad	Salario (miles)	Descripción	Cantidad	Salario (miles)
Jefe de Planta	1	1.500	Jefe de Planta	1	1.500
Operarios	4	781	Operarios	6	781
Recuperadores	12	781	Recuperadores	12	781
Total, año <sup>41</sup>	20	254.958	Total, año	22	374.878

Fuente. Construcción Propia

<sup>41</sup> Los gastos de personal aquí totalizados se encuentran anualizados y no incluyen prestaciones sociales ni aportes fiscales.

## 8.2.4 Indicadores Operacionales y Financieros

**Tabla 28.**  
*Comparación indicadores operacionales y financieros*

INDICADOR	RESULTADO ESCENARIO #1	RESULTADO ESCENARIO #2
Empleo generado	20	23
Costos de operación	\$3.968.691.000	\$5.315.478.000
Gasto Recurso Humano	\$4.638.401.000	\$6.532.921
Ingresos de comercialización	\$11.775.221.000	\$8.651.020.000
Indicador beneficio costo	3,57	0
Tasa Interna de Oportunidad	15%	15%
Beneficio/Costo	3,57	0
Valor Presente Neto (VPN)	\$540.684.000	-\$2.123.807.000
Tasa Interna de Retorno (TIR)	39%	0
Construcción propia		

La tasa interna de oportunidad o tasa de descuento se fijó en referencia de los retornos promedio del sector empresarial que transan materias primas plásticas recuperadas según datos de la asociación colombiana de industrias plásticas Acoplásticos. Así mismo el costo de capital se fija en las tasas de interés vigentes para inversión empresarial alrededor del 16% al 18% efectivo anual. Por último, es importante mencionar que el indicador beneficio coste es positivo para el escenario uno de acuerdo a los supuestos fijados en la simulación, para lo cual el escenario número uno se convierte en la opción prefactible a desarrollar.

## 8.2.5 Viabilidad Financiera y Comercial

-ESCENARIO SELECCIONADO-

**Tabla 29.**

*Resumen indicadores financieros y comerciales alternativa seleccionada*

COSTO/INDICADOR	APROVECHAMIENTO RESIDUOS PLÁSTICOS TRANSFORMÁNDOLOS HASTA PRODUCTO FINAL
Costo de Inversión Inicial	\$146.299.000
Costo de Operación	\$3.968.691.000
Costo de Administración	\$2.658.283.000
Gasto Recurso Humano	\$4.638.401.000
Costo de Mantenimiento	\$288.647.000
Ingresos por comercialización	\$11.775.221.000
Beneficio/Costo (B/C) <sup>42</sup>	3,57
Valor Presente Neto (VPN) <sup>43</sup>	\$540.684.000
Tasa Interna de Retorno (TIR) <sup>44</sup>	39%

Fuente. Construcción Propia

De acuerdo con la estrategia encaminada a fomentar los procesos de formalización de la población de recicladores como elemento fundamental de la componente social propia del triángulo de la sostenibilidad y en el marco del decreto 596 de 2016, se incluye en el escenario la remuneración vía tarifaria. Para este caso de acuerdo con el artículo 2.3.2.5.2.1.6. Registro de las

<sup>42</sup> El análisis coste/beneficio mide la relación entre el coste por unidad producida de un bien o servicio y el beneficio obtenido por su venta. (Economipedia, 2018)

<sup>43</sup> El Valor Presente Neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto o inversión para conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión. *Formula Cálculo VPN*

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+k)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+k)} + \frac{F_2}{(1+k)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+k)^n}$$

<sup>44</sup> La Tasa Interna de Retorno (TIR), es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión, entendida como la tasa de descuento que iguala, en el momento inicial, la corriente futura de cobros con la de pagos, generando un VAN igual a cero. *Formula Cálculo TIR*

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+TIR)} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento; se hace necesario que la organización se registre Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) de conformidad con lo establecido en el numeral 9 del artículo 79 de la Ley 142 de 1994 para poder ser beneficiada y recibir el valor correspondiente a la remuneración de los residuos efectivamente aprovechados. Para el caso de esta investigación y el escenario simulado se incorpora la tarifa de aprovechamiento en la proyección de ingresos por la producción y comercialización de productos terminado.

### ***Cálculo tarifa de aprovechamiento municipio de Arauca<sup>45</sup>***

Antes de realizar el cálculo de la tarifa de aprovechamiento, es importante mencionar que para un municipio en el que solo hay un prestador de recolección y transporte de residuo no aprovechable y solo un prestador para la disposición final<sup>46</sup>, se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{VBA} = \text{CRT} + \text{CDF}$$

$$\text{VBA} = 97.632,59 + 110.263,29 = \$207.895,88^{47}$$

VBA: Valor básico de aprovechamiento

$$\text{CRT}_{2018} = \text{Costo de recolección y transporte} = \$97.632,59$$

<sup>45</sup> La tarifa se calcula con base en los lineamientos de la Resolución CRA 720 de 2015. De acuerdo con esta norma, la tarifa de aprovechamiento es el resultado de la suma del costo de recolección y transporte, y el costo de disposición final del municipio donde se está llevando a cabo la actividad de aprovechamiento. (Consultorías, 2017)

<sup>46</sup> El municipio de Arauca presenta las condiciones mencionadas para el cálculo tarifario, debido a que solo hay un prestador de recolección y transporte de residuos no aprovechables y solo un prestador para la disposición final tarifario que para el caso es la empresa de aseo de Arauca EMAAR

<sup>47</sup> Costos 2018 obtenidos página web EMAAR <http://www.emaarsa.com/#price>

CDF2018=Costo de disposición final= \$110.263,29

## 8.2.6 Articulación

### *Aprovechamiento de residuos plásticos y otros componentes del servicio de aseo*

Desde una perspectiva sistemática basada en la gestión integral de los residuos sólidos, se hace necesaria que las diferentes etapas de la GIRS se desarrollen de forma coordinada y articulada para esto de acuerdo con el escenario seleccionado “Aprovechamiento residuos plásticos transformándolos hasta producto final”; se hace necesario que los siguientes tres elementos se desarrollen adecuadamente.

- Presentación de los residuos separados en la fuente
- Recolección y transporte selectivo
- Sensibilización y capacitación en separación en la fuente

Estos elementos facilitarían la cantidad, calidad y continuidad necesaria de material plástico reciclado para cumplir con las cuotas de aprovisionamiento que hacen viable el escenario simulado en cuanto a materia prima y producción necesaria para la comercialización y por ende la sostenibilidad financiera.

En este sentido el decreto 596 de 2016, para el componente de presentación, recolección y transporte de residuos establece en el artículo 2.3.2.5.2.1.1. Presentación de residuos para

aprovechamiento, que será la responsable de su recolección y transporte hasta la Estación de Clasificación y Aprovechamiento (ECA), y del pesaje y clasificación en la ECA. “...Es obligación de los usuarios presentar los residuos separados en la fuente con el fin de ser aprovechados y entregados a la persona prestadora de la actividad de aprovechamiento” y a continuación parágrafo estipula que “...la presentación de los residuos aprovechables, de acuerdo con los avances de la cultura ciudadana y de capacidad de los usuarios para la separación en la fuente, deberá efectuarse con un incremento gradual del nivel de desagregación de conformidad con lo dispuesto en los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).”

Así mismo para el componente de sensibilización y capacitación este mismo decreto en el artículo 2.3.2.5.2.1.3. Campañas educativas; estipula que “...en el marco de las estrategias definidas en el programa de aprovechamiento de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), el ente territorial y la persona prestadora de la actividad de aprovechamiento deberán implementar de manera permanente y coordinada campañas educativas, con la finalidad de concientizar a los usuarios sobre el reciclaje, el reúso, el aprovechamiento y la adecuada presentación de los residuos aprovechables” y su parágrafo de conformidad con lo dispuesto en el artículo 2.3.2.2.3.87 del presente decreto, ...”los entes territoriales deberán contar con los recursos para financiar las campañas educativas a su cargo de acuerdo con el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)”.

Por último; a través del programa “promoviendo el aprovechamiento de residuos sólidos” del PGIRS2017-2028 del municipio se trazan las estrategias y proyectos que permitirán la

coordinación y la articulación con las acciones de las personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento.

### **8.2.7 Ubicación**

#### *Compatibilidad usos del suelo y PBOT<sup>48</sup> del municipio de Arauca*

(C. M. de Arauca, 2015); con base en el acuerdo No. 200.02.013 del 9 de septiembre de 2015, en el cual se adoptó la revisión y ajuste del plan básico de ordenamiento territorial del municipio de Arauca; se establece como una de las zonas de uso específico para actividades de aprovechamiento de residuos el denominado corredor productivo, tecnológico y de la ciencia y la tecnología, en el que se plantea la consolidación de:

Parque Agroindustrial en productos estratégicos del sector agrícola local.

Parque Agroindustrial de la cadena bovina (incluye frigo matadero tipo II y plaza de Ferias).

Gran Jardín Botánico de Arauca y expansión en grandes corredores verdes.

Planta de Tratamiento y valorización de residuos sólidos.

Así mismo el Artículo 2.3.2.2.9.86. del decreto 596 de 2016, plantea entre los requisitos mínimos para las Estaciones de Clasificación y Aprovechamiento (ECA); para la implantación de infraestructuras de aprovechamiento de residuos se debe contar con el uso de suelo

---

<sup>48</sup> Plan Básico de Ordenamiento territorial

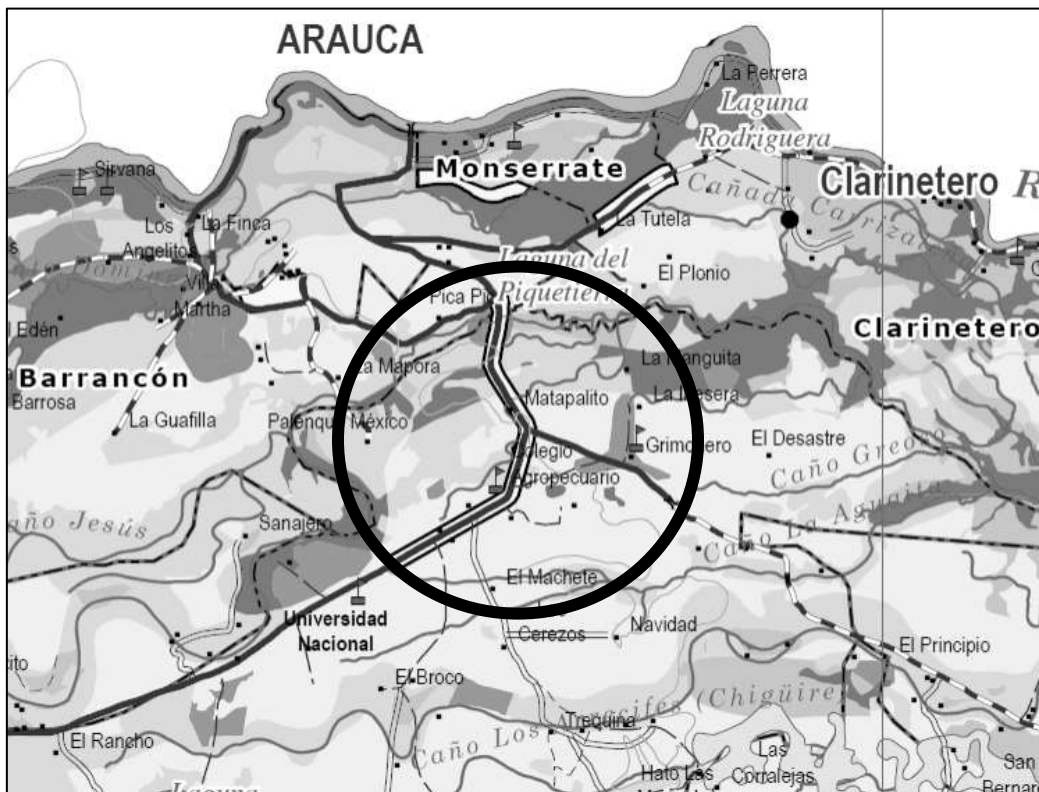
compatible para la actividad; contar con diagrama de flujo del proceso incluidos la recepción, pesaje y registro, medidas de seguridad industrial, áreas para (administración, recepción, pesaje, selección y clasificación, almacenamiento temporal de materiales aprovechables, almacenamiento temporal para materiales de rechazo incluidos aquellos de rápida biodegradación); instrumentos de pesaje, sistema de control de emisión de olores, sistema de prevención y control de incendios, sistemas de drenaje para las aguas lluvias y escorrentía subsuperficial, sistema de recolección y tratamiento de lixiviados cuando sea del caso, pisos rígidos y las paredes que permitan su aseo, desinfección periódica y mantenimiento mediante el lavado.

Este suelo contempla un área de 199,77 hectáreas, que comprende una franja de 150 metros de ancho a lado y lado de la vía que conduce a la Tame - Arauca. Ver figura a continuación



**Figura 19.**

Área de ubicación de las E.C.A según compatibilidad de suelo PBOT



Fuente PBOT 2015 – mapa uso del suelo rural municipio de Arauca

## 8.2.8 Permisos, Concesiones y Autorizaciones<sup>49</sup>

### *Consideraciones legales*

En lo referente al desarrollo de las actividades de aprovechamiento se requerirá el cumplimiento de los siguientes requisitos técnicos y normativos en materia ambiental exigidos

---

<sup>49</sup> Los aspectos legales y normativos aquí expuestos se presentan de forma general y enfocados inicialmente al componente ambiental; al momento de la implantación de procesos de aprovechamiento se deberá revisar y ampliar la normatividad aplicable a otras instancias como por ejemplo seguridad industrial, normatividad laboral, financiera entre otras.

por la autoridad ambiental (CORPORINOQUIA) en el área del desarrollo de la ECA o cualquier otro proyecto de aprovechamiento de residuos considerando el alcance de aplicación normativa elementos tales como tipo de residuo a aprovechar, proceso de aprovechamiento, infraestructura, etc.

### ***Licencia Ambiental***

La licencia ambiental, es la autorización que otorga la autoridad ambiental para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la legislación y normatividad vigente pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables o al medio ambiente o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; la expedición de dicha licencia compromete al solicitante al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que esta establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.

### ***Normatividad Asociada al licenciamiento ambiental***

Decreto 1220 de 2005 del MAVDT “Por el cual se reglamenta el Título VIII de la ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.”

Decreto 2820 de 2010 del MAVDT “Por el cual se reglamenta el Título VIII de la ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.”

Ley 99 de 1993 del MAVDT “Por el cual se crea el MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE, se reordena el sector publico encargado de la gestión y conservación del medio

ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA- y se dictan otras disposiciones.”

Adicionalmente se deben considerar solicitud de permisos por uso de recursos naturales los cuales se citan a continuación:

#### ***Permiso de estudio del recurso hídrico***

Se encuentra reglamentado mediante la Resolución 500.41.15-0430 de 2015 de CORPORINOQUIA “Por medio de la cual se adoptan los términos de referencia para la solicitud de permisos de estudio del recurso hídrico para proyectar obras o trabajos para su futuro aprovechamiento.”

#### ***Permiso de aprovechamiento forestal***

Si en la fase de construcción de las obras de infraestructura se requiere realizar intervención de área de bosques o de manejo forestal se debe realizar trámite ante la autoridad ambiental.

La normatividad asociada es el Decreto 1791 de 1996 “Por medio de la cual se establece el régimen de aprovechamiento forestal.”

Concesión de aguas superficiales o subterráneas y exploración de aguas subterráneas.

Si se requiere aprovechar el agua superficial o subterránea para el desarrollo de las actividades, se deberá solicitar el respectivo permiso ante la autoridad ambiental, de acuerdo con la normatividad asociada.

- Ley 373 de 1997 del Congreso Nacional “Por el cual se establece el Programa para el Uso Eficiente y Ahorro del Agua”
- Decreto 1541 de 1978 del MA “Por el cual se reglamenta la parte III del libro II del Decreto- Ley 2811 de 1974: de las aguas no marítimas y parcialmente la Ley 23 de 1973.
- Decreto 1575 de 2007 del MPS “Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para consumo humano.”
- Decreto 1594 de 1984 del MA “Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI- Parte III- Libro II y el Título III de la Parte III- Libro I –del Decreto- Ley “811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos.

Si por razones del desarrollo de la actividad se requiere realizar vertimientos de aguas residuales a cuerpos de agua o campo abierto, se deberá solicitar el respectivo permiso ante la autoridad ambiental, de acuerdo con los requisitos exigidos en la normatividad asociada.

- Decreto 3930 de 2010 del MAVDT “Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI – Parte III – Libro II del Decreto – Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones”

- Resolución 631 de 2015 del MADS “Por el cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones”

### ***Departamento de Gestión Ambiental***

Las empresas a nivel industrial que por el desarrollo de sus actividades requieran licencias u otras autorizaciones ambientales, deberán contar dentro de su estructura organizacional un departamento de gestión ambiental el cual deberá velar por el cumplimiento de la normatividad ambiental; prevenir, minimizar y controlar la generación cargas contaminantes y promover la producción más limpia, lo anterior se encuentra reglamentado en el Decreto 1299 de 2008 del MAVDT.

#### 8.2.9 Vinculación de los Recicladores

### ***Inclusión productiva de los recuperadores tradicionales***

De acuerdo al artículo 2.3.2.5.1.3 “criterios orientadores del decreto” 596 de 2016 en su literal seis consistente en el reconocimiento de la labor de los recuperadores (recicladores) de oficio en proceso de formalización como prestadores del servicio público de aseo en la actividad de aprovechamiento, se empieza a fundamentar la reglamentación del esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recuperadores (recicladores tradicionales). También es importante mencionar que por medio de la Sentencia T-724 de 2003, emitida por la corte constitucional concede amparo de los

derechos fundamentales al debido proceso, a la igualdad y al trabajo para los recicladores de oficio en cuanto a la libre competencia y la no exclusión en procesos licitatorios de estos frente a la participación de esta población en cuanto al desarrollo de procesos de aprovechamiento y dirigirles acciones afirmativas por las entidades de gobierno.(Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C., 2003)

De acuerdo con lo descrito en el capítulo 2 con el censo realizado en el PGIRS de Arauca se determinó que número de asociaciones u organizaciones de recicladores, en el municipio de Arauca se encontraron dos sociedades de recicladores denominadas Asociación de Recicladores de Caño Jesús (con 24 Recicladores) y Cooperativa Multiactiva de Recicladores 4R (con 22 Recicladores), así como cuatro centros de acopio y comercialización que trazan residuos plásticos en el municipio. De acuerdo a este panorama, aunque es difícil de cuantificar y lograr transmitir, las condiciones de trabajo de la comunidad recicladora en la actualidad son dramáticas; un bajo ingreso, bajos niveles de escolaridad, altos promedios de edad entre otras condiciones de vulnerabilidad hacen imperantes desarrollar acciones conjuntas (entes gubernamentales, empresa privada y academia) que permitan dignificar mediante procesos de formalización de cerca de una centena de colombianos que ejercen en la actualidad procesos de reciclaje en el municipio de Arauca.

Por último aunque el trabajo de campo muestra un panorama desalentador actual, la reglamentación (Decreto 596) y políticas (Conpes 3874) del estado muestran un camino esperanzador ya que se contemplan acciones concretas para alcanzar niveles adecuados de formalización para la comunidad de recicladores (recuperadores), para lo cual la presente

investigación podrá constituirse en insumo fundamental para trazar las líneas de acción hacia el futuro inmediato del municipio para procesos de aprovechamiento de residuos sólidos.

### **8.3 Programas y proyectos inclusión de recuperadores en el marco del PGIRS del municipio de Arauca.**

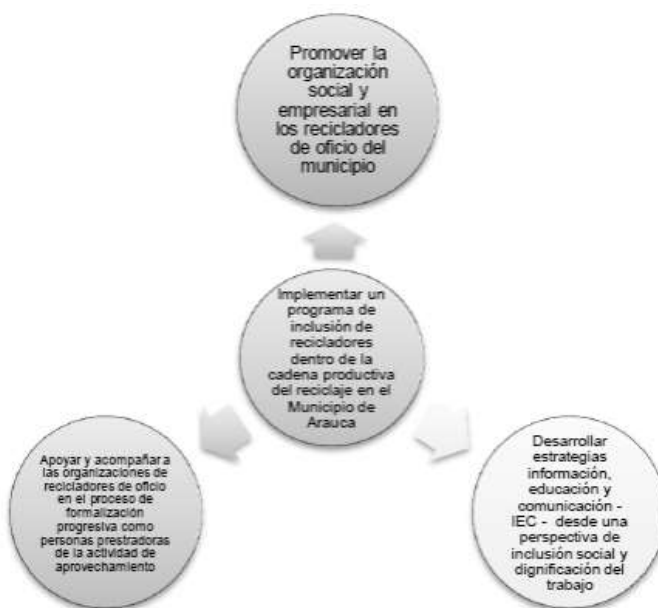
A continuación, se relacionan las estrategias, programas y proyectos plasmados en el PGIRS municipal de incorporación a recuperadores.

***Programa: Responsabilidad social, ambiental y empresarial a través de la inclusión de recicladores en el marco del PGIRS municipio de Arauca.***

Basados en el PGIRS el programa de inclusión de recicladores de oficio tiene por objeto incorporar y fortalecer de manera permanente y progresiva las acciones afirmativas a favor de la población recicladora existente en el municipio de Arauca, de acuerdo con el censo de recicladores del municipio y de conformidad con lo establecido en el artículo 88 del decreto 2981 de 2013. Es así como desde el PGIRS se presenta como propósito principal “garantizar la participación de los recicladores de oficio, en las actividades de recuperación y aprovechamiento, con el fin de consolidar productivamente estas actividades y mejorar sus condiciones de vida, a través de proyectos pilares enfocados al reconocimiento social, fortalecimiento organizacional enfocado a la formalización y dignificación del trabajo.”(PGIRS Arauca, 2016, pág. ). En la siguiente figura se presenta de forma esquemática los tres ejes de acción del programa de responsabilidad social, ambiental y empresarial a través de la inclusión de recicladores del municipio de Arauca

**Figura 20.**

*Objetivos del programa Responsabilidad Social, Ambiental y Empresarial con la Inclusión de Recicladores*



Fuente. PGIRS Arauca 2017-2028

Para la apuesta y desarrollo del objetivo programático del programa se plantearon establecieron siete proyectos que pueden agruparse en tres grupos según sus finalidades: En un primer grupo tres proyectos encaminados a promover la organización social y empresarial en los recicladores de oficio del municipio. En un segundo grupo un proyecto enfocado a Desarrollar estrategias información, educación y comunicación - IEC - desde una perspectiva de inclusión social y dignificación del trabajo. En el tercer grupo tres proyectos enfocados a apoyar y acompañar a las organizaciones de recicladores de oficio en el proceso de formalización progresiva como personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento, conforme a lo establecido en la normatividad vigente. Ver tabla de proyectos a continuación.



**Tabla 30.**

*Proyectos, Indicadores y Metas - Programa “Responsabilidad Social, Ambiental y Empresarial a Través de la Inclusión de Recicladores”*

META	PROYECTO	INDICADOR	META ACUMULATIVA EN PLAZO			RESPONSABLE
			CORTO (2017-2020)	MEDIANO (2021-2024)	LARGO (2025-2028)	
Censo de recicladores actualizado anualmente	5.1 Actualización, verificación y seguimiento del censo de recicladores y organizaciones de recicladores en el municipio de Arauca	Población objetivo identificada y censada / Total población objetivo	30.00%	60.00%	100.00%	Municipio de Arauca
100% de los recicladores de oficio de acuerdo al censo de recicladores capacitados en formalización empresarial	5.2 Fomento de la formalización empresarial para el emprendimiento de los recicladores de oficio del municipio de Arauca	Número de actividades de formalización empresarial / Total de actividades de formalización empresarial	30.00%	60.00%	100.00%	Municipio de Arauca
100% de los recicladores de oficio de acuerdo al censo de recicladores capacitados y con asesoramiento en aspectos administrativos, comerciales, financieros, técnicos y operativos para la prestación del servicio de aseo en la actividad de aprovechamiento.	5.3 Capacitación a recicladores de oficio en aspectos administrativos, comerciales, financieros, técnicos y operativos para la prestación del servicio de aseo en la actividad de aprovechamiento.	No. de recicladores capacitados / total de recicladores censados	30.00%	60.00%	100.00%	Municipio de Arauca
Tres (3) estrategias IEC a través de medios de comunicación y una (1) estrategia puerta a puerta implementadas	5.4 Diseño e implementación de estrategias IEC que promuevan la dignificación del trabajo a los recicladores de oficio del municipio de Arauca	Número de actividades IEC ejecutadas/ Total De actividades IEC proyectadas anual	30.00%	60.00%	100.00%	Municipio de Arauca
100% de organizaciones de recicladores formalizados en alguna de las figuras contempladas en la Ley 142 de 1994	5.5 Formación y asesoramiento a los recicladores de oficio del municipio de Arauca para la formalización en alguna de las figuras contempladas en la Ley 142 de 1994 para la prestación del servicio de aseo.	% de Organizaciones de recicladores de oficio con asesoramiento	30.00%	60.00%	100.00%	Municipio de Arauca
Mínimo una (01) Organizaciones de Recicladores de oficio en proceso de formalización fortalecidas técnica y operativamente para el manejo de los residuos aprovechables	5.6 Asesoramiento y apoyo a las organizaciones de recicladores de oficio en la formulación del Plan de Fortalecimiento Empresarial según los lineamientos definidos por el MVCT	No. De Planes de fortalecimiento empresarial formulados	100.00%			Municipio de Arauca y Persona Prestadora de la Actividad de Aprovechamiento
	5.7 Entrega de infraestructura y equipos a través de la modalidad de aportes bajo condición a organizaciones de recicladores en proceso de formalización para la actividad de aprovechamiento en el Municipio de Arauca	No. De Organización de Recicladores fortalecidos técnica y operativamente	100.00%			Municipio de Arauca

Fuente. PGIRS Arauca 2017-2028

***Decreto 596 - Esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recuperadores de oficio***

El decreto 596 de 2016 tiene objeto definir el esquema operativo de la actividad de aprovechamiento y la transitoriedad para el cumplimiento de las obligaciones que deben atender los recicladores de oficio y las organizaciones de recicladores de oficio que estén en proceso de formalización como personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento en el servicio público de aseo, para todo el territorio nacional. Para el caso de las acciones de recuperadores de Arauca, los centros de acopio y comercialización o cualquier persona u organización deberá acogerse a este decreto y sus disposiciones en cuanto a formalización, agremiación, aspectos tarifarios, estructura organizativa y acatamiento a instancias de control y vigilancia entre otras.

Como elementos relevantes se muestra en la siguiente tabla las diferentes fases de formalización progresiva para las organizaciones de recicladores y/o personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento; este plan deberá contemplar un horizonte de planeación de corto plazo cuatro años, mediano plazo ocho años y largo plazo, doce años.

**Tabla 31.**

*Fases para la formalización progresiva de los recicladores de oficio*

Fase	Tópico	Aspecto
Fase 1	Registro	Registro Único de Prestadores (RUP)
Fase 2	Técnico	Definir el área de prestación
	Técnico	Registro toneladas transportadas
	Técnico	Registro toneladas área de prestación
	Comercial	Registro toneladas aprovechadas
	Comercial	Registro factura de comercialización de material aprovechable
	Técnico	Registro de estaciones de clasificación y aprovechamiento (ECA)
	Técnico	Registro vehículos para el transporte
Fase 3	Comercial	Condiciones uniformes del servicio público de aseo (CCU)
Fase 4	Comercial	Portafolio de servicios
	Administrativo	Plan de fortalecimiento empresarial
	Comercial	Base de datos de usuarios
	Comercial	Página web
Fase 5	Técnico	Registro de calibración básculas
	Técnico	Supervisores y sistemas de control operativo
	Técnico	Programa de prestación del servicio
Fase 6	Administrativo	Personal por categoría de empleo
	Técnico	Microrrutas de recolección
	Administrativo	Certificación de competencias laborales
Fase 7	Comercial	Registro de Peticiones, Quejas y Recursos (PQR)
	Técnico	Planes de emergencia y contingencia
Fase 8	Financiero	Información financiera
	Técnico	Mapa del área de prestación en sistema de referencia Magna-Sirgas

Fuente. Decreto 596 de 2016

***Aspectos administrativos mínimos organizaciones de recicladores según decreto 596 de 2016***

Las organizaciones de recicladores de oficio que estén en proceso de formalización como prestadores de la actividad de aprovechamiento deberán contar como mínimo con los siguientes aspectos administrativos:

**1. Portafolios de servicios.** En donde se deberá indicar como mínimo los siguientes elementos (i) Descripción de la organización; (ii) Visión y misión; (iii) Productos y servicios que se ofrecen y (iv) Medios de contacto.

**2. Base de datos de usuarios.** La Base de datos deberá contener al menos la siguiente información (i) Dirección del suscriptor, (ii) Tipo y uso de usuario, y (iii) Cuenta contrato o número único de identificación del usuario.

Para efectos de lo anterior, el ente territorial deberá prestar asistencia técnica en el marco del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).

**3. Supervisión y Sistemas de Control Operativo.** Tendrán que contar con supervisores y sistemas de control operativo para el seguimiento en tiempo real de la prestación de la actividad.

**4. Competencias laborales.** Se deberá asegurar que los miembros de la organización cuenten con certificación de competencias laborales para el manejo adecuado de residuos, reciclaje y aprovechamiento, de conformidad con los diferentes niveles establecidos por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA).

**5. Página web.** Contarán con una página web en la que se deberá publicar: el contrato de condiciones uniformes del servicio público de aseo (CCU) para la actividad de aprovechamiento,

la evolución en el otorgamiento del incentivo a la separación en la fuente (DINC), así como de los rechazos y de las toneladas efectivamente aprovechadas en su zona de prestación.(Constitucional, 2016)

**9. CAPÍTULO 4 ALTERNATIVA SELECCIONADA A PARTIR DE LOS  
RESULTADOS Y ANÁLISIS DEL POTENCIAL APROVECHAMIENTO  
RESIDUOS PLÁSTICOS EN EL MUNICIPIO DE ARAUCA.**

La mejor alternativa y una de las posibles rutas de acción...

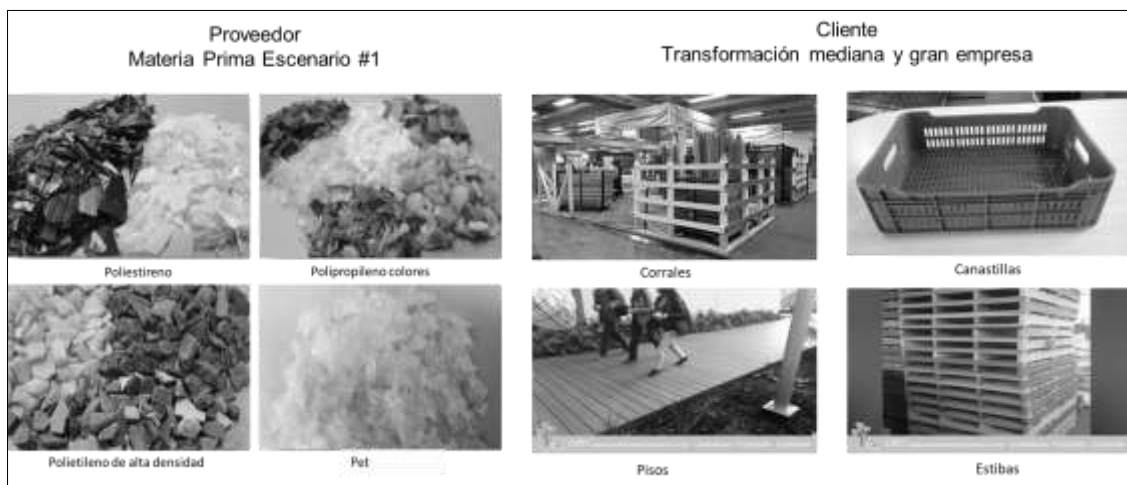
A partir de los resultados cuantitativos y cualitativos de la evaluación de los aspectos sociales, económicos, técnicos, operativos, financieros y comerciales, así como los posibles beneficios ambientales de los escenarios seleccionados para la simulación a través de criterios técnicos, un alto componente normativo y el trabajo de campo permeado por un contexto particular en el municipio de Arauca, a continuación se detallan los resultados del escenario seleccionado y las posibles estrategias para su desarrollo en el mediano plazo.

Descripción escenario: El escenario seleccionado consiste en el aprovechamiento mediante producción y comercialización de residuos plásticos tipo Polietilen Tereftalato (PET), Polietileno de alta densidad (PEAD), Polietileno de baja densidad (PEBD) y Polipropileno (PP), como materia prima para la mediana y gran industria encargada de su transformación en productos finales. Ver recuadro.

Producto Escenario #1					
Nombre	Tipo	Usos	Peso	Medidas	Resinas Utilizadas
Resina plástica reciclada - Molida	Materia Prima	Elaboración de Postas, tabletas y madera plástica para construcción	Saco 25 kg	Particulado de 4mm a 7mm	PET, PDAD, PVC, PP.

A modo ilustrativo se muestra a continuación usos de resinas plásticas recicladas en los procesos de transformación para productos de uso final.

**Figura 21.**  
*Empleo resina plástica reciclada - escenario seleccionado*



Fuente. Construcción propia

## 9.1 Resultados viabilidad del proyecto de aprovechamiento escenario 1 – componente Social

Como resultado del componente social fundamentado en los procesos de formalización descritos en el artículo 96 del decreto 2981 de 2013 y reglamentado en el decreto 596 de 2016; el escenario arroja una proyección de veinte empleos formales directos con la totalidad de los requisitos de ley. De estos veinte empleos el 80% podrían desempeñarse como recuperadores u operarios previa a una formación por competencias exigidas por ley para el desarrollo de esta actividad. Es importante mencionar que el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, a través de la Gran Encuesta Integrada de Hogares – GEIH, el 10 de abril de 2017, ubicó una tasa de desempleo para el municipio del 15,8% muy por encima del nivel nacional.

Bajo este escenario de desempleo que afecta directamente en mayor medida a esta población vulnerable incapaz de acceder a empleos formales entre otras causales por su bajo nivel de escolaridad, representaría un gran avance lograr desarrollar iniciativas de aprovechamiento de residuos que formalicen esta actividad otorgándoles unos mayores niveles de bienestar vía ingreso.

Por último, es importante mencionar que de acuerdo con datos descritos en el capítulo 2, esta alternativa lograría formalizar el 27,11% de los recuperadores de oficio agremiados en alguna de las asociaciones existentes en la actualidad.

**Tabla 32.**  
*Personal a vincular alternativa seleccionada*

Personal Administrativo		
Descripción	Cantidad	Salario (miles)
Gerente	1	2.500
Secretaria Ejecutiva		
Contable	1	1.200
Personal de Ventas		
Descripción	Cantidad	Salario (miles)
Asesor Comercial	1	1.500
Personal de Producción		
Descripción	Cantidad	Salario (miles)
Jefe de Planta	1	1.500
Operarios	4	781
Recuperadores	12	781

Fuente. Proyección escenario N° 1



## **9.2 Resultados viabilidad del proyecto de aprovechamiento escenario 1 – componente Económico**

La significancia de este componente más allá de los resultados en las simulaciones financieras y comerciales que para esta alternativa resulta positiva bajo los supuestos planteados, conlleva a una necesaria diversificación de la matriz económica imperante en el municipio durante las últimas décadas. Para esto cabe mencionar que el desarrollo esta iniciativa conllevaría a potenciar los procesos de industrialización en el municipio que hasta ahora solo se vislumbra de manera tangencial en la industria petrolera. Al ser el petróleo un recurso finito debe ser política permanente de los gobiernos crear las condiciones necesarias para nuevos desarrollos industriales que permitan crear empleos formales más aun con beneficios no externalizados difíciles de cuantificar en procesos de salud pública, disminución en la contaminación bajo un enfoque de economía circular y por ende ir creando escenarios de un desarrollo sostenible.

## **9.3 Resultados viabilidad del proyecto de aprovechamiento escenario 1 – componente Técnico – Operativo**

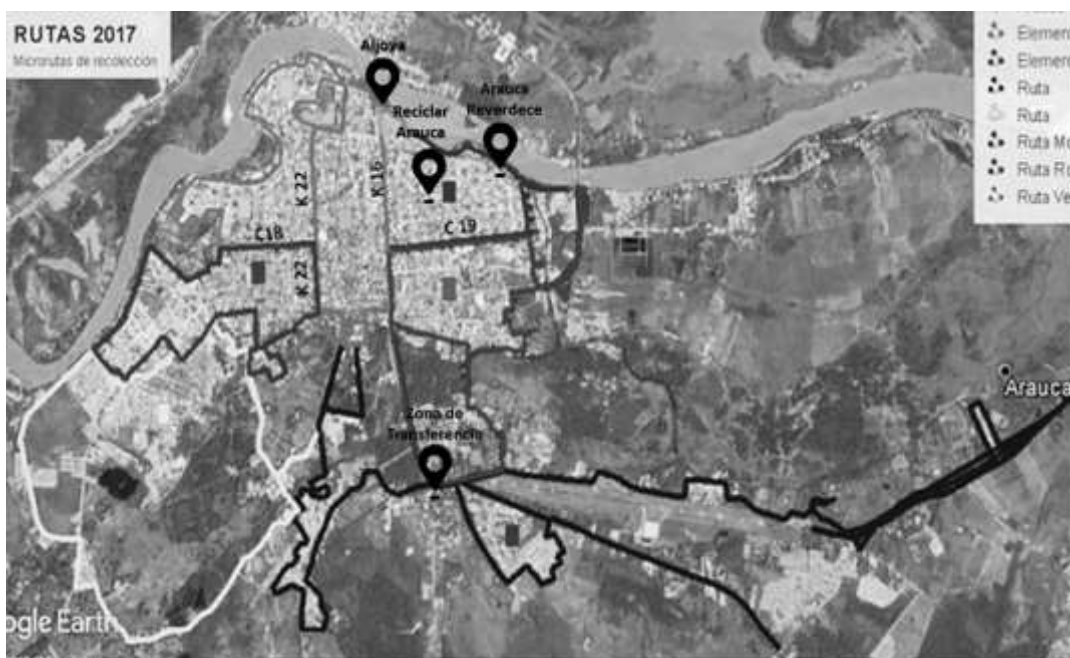
### ***Recolección y primera clasificación***

Como resultado del componente técnico y operativo en concordancia con el enfoque de formalización e inclusión de la población recicladora (recuperadores) dentro de los escenarios simulados, la alterativa seleccionada presenta como estrategia la vinculación de doce recuperadores encargados en primera instancia las recolección y primera clasificación de acuerdo

con las rutas de recolección de materiales no aprovechables fijadas por el gestor (EMMAR ESP). Para este componente se proyecta el desplazamiento por medio de vehículos de tracción humana tipo triciclo por las siete macro rutas del municipio hasta el lugar de transferencia ubicada en el perímetro urbano en la intersección de las rutas fucsia y café en la zona sur del municipio. Ver zona de transferencia siguiente figura.

**Figura 22.**

*Rutas de recolección de Residuos Sólidos Aprovechables y No aprovechables*



Fuente. EMMAR ESP; 2017

Para este componente es de vital importancia que se alcancen los niveles adecuados de separación en la fuente ya que el escenario se proyecta con una capacidad instalada de 65% con requerimientos mínimos al año cinco de material reciclado del 80% de la base de 676 toneladas. El lote proyectado mínimo de material con cero rechazos se estima en 1.7 ton/día del año dos con el apoyo de vehículo motorizado para zonas comerciales.

***Preparación, procesado<sup>50</sup>, empacado***

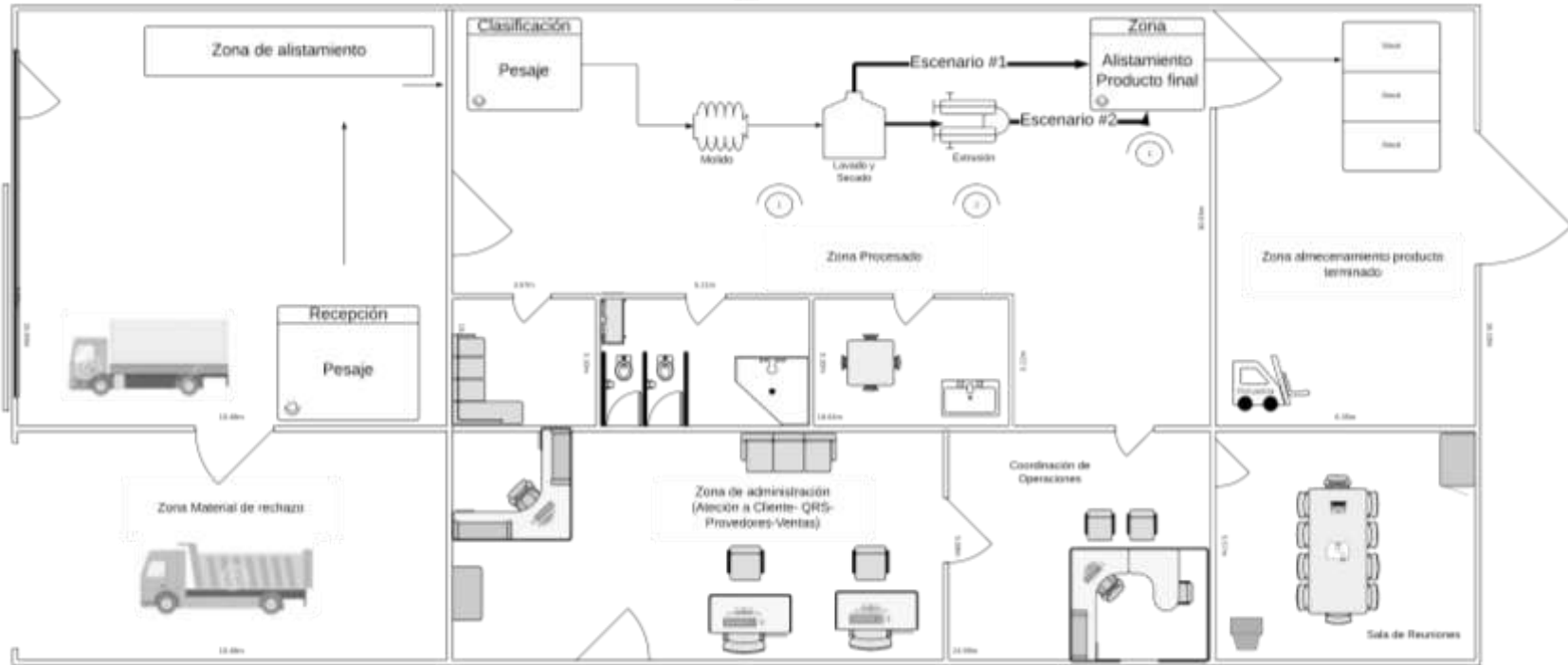
Para la etapa de Preparación, procesado, empacado se proyecta la vinculación de cuatro operarios con turnos de veintidós horas semanales. Como se mencionó anteriormente algunos de los recicladores (recuperadores) formalizados pueden ser parte de este grupo previa certificación de competencias para la actividad de aprovechamiento de acuerdo al artículo 2.3.2.5.3.6., aspectos administrativos mínimos del decreto 596 el cual establece que “...” Se deberá asegurar que los miembros de la organización cuenten con certificación de competencias laborales para el manejo adecuado de residuos, reciclaje y aprovechamiento, de conformidad con los diferentes niveles establecidos por el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)”. A continuación de manera ilustrativa se presenta el predimensionamiento de infraestructura ECA, de acuerdo con los requerimientos mínimos establecidos en el decreto 596 de 2016.

---

<sup>50</sup> Incluye molido y lavado como actividades principales

9.4 Predimensionamiento de infraestructura ECA<sup>51</sup> – Escenario 1 y 2 basados requerimientos mínimos establecidos en el decreto 596 de 2016

Figura 23. Distribución Projectada Planta de Aprovechamiento



Fuente. Construcción Propia

<sup>51</sup> En la proyección de la planta de aprovechamiento se esquematiza el proceso de acuerdo con los dos escenarios o alternativas analizadas tanto (materia prima como producto final). Ver flujo zona de procesado

## 9.5 Resultados viabilidad del proyecto de aprovechamiento escenario 1 – componente Financiero – Comercial

### *Resultados simulación financiera alternativa seleccionada*

En la tabla 31 se muestran los resultados de los indicadores integrales para la simulación de la alternativa seleccionada que para el caso muestra la conveniencia de la inversión bajo las condiciones planteadas. Los buenos resultados arrojados para los indicadores de TIR y VPN suponen un escenario adecuado de inversión y por ende de posibilidades de éxito frente a los procesos de aprovechamiento de residuos plásticos como materia prima para la mediana y gran industria transformadora. También es importante mencionar que en la simulación se incluyeron los diferentes factores de riesgo de sensibilidad para las ventas, gastos administrativos y de ventas y costos indirectos de fabricación con una proyección de variación de 10%, 0,5% y 0,5% respectivamente por cada factor.

**Tabla 33.**  
*Resultados indicadores financieros*

ANÁLISIS FINANCIERO	RESULTADO
Tasa Interna de Retorno (TIR)	39%
Valor Presente Neto (VPN)	540.684
Tasa Interna de Oportunidad(TIO)	12%
Relación Beneficio / Costo (B/C)	3,57

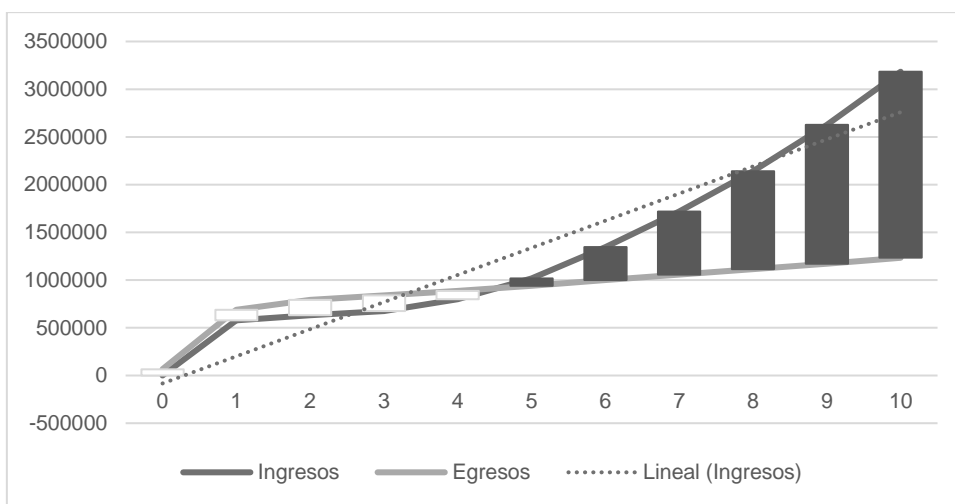
Fuente. Simulación Evaproyect

Para los factores integrantes del capital de trabajo para días costos y gastos y capital de trabajo cartera se introdujeron treinta y sesenta días respectivamente. Por último, el modelamiento arroja una inversión inicial de \$146.299.000

A continuación, se presenta comparativo de ingresos y gastos equiparados en cercanías del año cinco de operación y los reportes Evaproject para los estados de resultados anualizado y el flujo de caja proyectado.

**Figura 24.**

*Comparación ingresos y gastos alternativa seleccionada para un periodo de 10 años.*



Fuente. Construcción propia

**Tabla 34.**  
*Estado de Resultados anualizado<sup>52</sup> - Simulación Aprovechamiento residuos plásticos Arauca saco 25kg.*

Concepto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas estimadas										
Ingresos por ventas	658.944	742.410	839.495	962.421	1.108.709	1.272.243	1.374.023	1.483.944	1.602.660	1.730.873
<b>TOTAL VENTAS</b>	<b>658.944</b>	<b>742.410</b>	<b>839.495</b>	<b>962.421</b>	<b>1.108.709</b>	<b>1.272.243</b>	<b>1.374.023</b>	<b>1.483.944</b>	<b>1.602.660</b>	<b>1.730.873</b>
<b>Costo de ventas</b>	<b>429.450</b>	<b>449.444</b>	<b>470.354</b>	<b>492.295</b>	<b>516.222</b>	<b>539.299</b>	<b>564.370</b>	<b>590.659</b>	<b>618.180</b>	<b>647.002</b>
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>229.494</b>	<b>292.966</b>	<b>369.141</b>	<b>470.126</b>	<b>592.487</b>	<b>732.944</b>	<b>809.653</b>	<b>893.285</b>	<b>984.480</b>	<b>1.083.871</b>
<b>Gastos administrativos</b>										
Nomina	46.512	48.838	51.279	53.843	56.536	59.362	62.331	65.447	68.719	72.155
Aportes sociales	21.572	22.651	23.783	24.973	26.221	27.532	28.909	30.354	31.872	33.466
Total gasto de personal	68.084	71.489	75.063	78.816	82.757	86.895	91.239	95.801	100.591	105.621
Gastos de funcionamiento	117.710	124.560	132.070	140.703	150.373	160.858	169.201	178.030	187.377	197.276
Impuesto de ICD	72.484	81.665	92.344	105.666	121.958	139.947	151.142	163.234	176.293	190.396
Depreciación	3.662	3.662	3.662	3.662	3.662	1.862	1.862	1.862	1.862	1.862
Amortización	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	200	200	200	200	200
Gasto de intereses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total gastos administrativos</b>	<b>263.440</b>	<b>282.878</b>	<b>304.839</b>	<b>330.547</b>	<b>380.250</b>	<b>389.781</b>	<b>413.844</b>	<b>439.127</b>	<b>468.323</b>	<b>496.365</b>
<b>Gastos de ventas</b>										
Nomina	19.056	20.009	21.009	22.060	23.163	24.321	25.537	26.814	28.154	29.562
Aportes sociales	8.813	9.254	9.716	10.202	10.712	11.248	11.810	12.401	13.021	13.672
Total gasto de personal	27.869	29.263	30.726	32.262	33.875	35.569	37.347	39.215	41.175	43.234
Gastos de ventas	44.534	46.358	48.263	50.261	52.352	54.536	56.755	59.067	61.474	63.981
<b>Total gastos de ventas</b>	<b>72.403</b>	<b>75.621</b>	<b>78.989</b>	<b>82.523</b>	<b>86.227</b>	<b>90.104</b>	<b>94.102</b>	<b>98.281</b>	<b>102.649</b>	<b>107.215</b>
<b>Total gastos</b>	<b>335.844</b>	<b>358.497</b>	<b>383.828</b>	<b>413.070</b>	<b>448.477</b>	<b>479.885</b>	<b>507.747</b>	<b>537.408</b>	<b>568.972</b>	<b>602.570</b>
<b>Utilidad operacional</b>	<b>-108.379</b>	<b>-65.531</b>	<b>-14.487</b>	<b>57.085</b>	<b>147.009</b>	<b>253.111</b>	<b>301.906</b>	<b>355.881</b>	<b>415.508</b>	<b>481.301</b>
<b>Utilidad después de ajustes por inflación</b>	<b>-108.379</b>	<b>-65.531</b>	<b>-14.487</b>	<b>57.085</b>	<b>147.009</b>	<b>253.111</b>	<b>301.906</b>	<b>355.881</b>	<b>415.508</b>	<b>481.301</b>
Impuesto de Renta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad después de impuestos	-106.379	-65.531	-14.487	57.085	147.009	253.111	301.906	355.881	415.508	481.301
Reserva legal	0	0	0	2.854	7.350	12.656	15.095	17.794	20.775	24.065
Inversiones futuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Utilidad por distribuir</b>	<b>-106.379</b>	<b>-65.531</b>	<b>-14.487</b>	<b>54.231</b>	<b>139.659</b>	<b>240.455</b>	<b>286.811</b>	<b>338.087</b>	<b>394.733</b>	<b>457.236</b>
IMPUESTO RENTA	0%									
RESERVA LEGAL	5%									
OTRAS RESERVAS	0%									

Fuente. Simulación Evaproject

<sup>52</sup> Cifras en miles de pesos

**Tabla 35.**

*Flujo de caja proyectado anualizado - Simulación Aprovechamiento residuos plásticos Arauca saco 25k<sup>53</sup>*

Concepto	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ventas estimadas										
Ingresos por ventas	658.944	742.410	839.495	962.421	1.108.709	1.272.243	1.374.023	1.483.944	1.602.660	1.730.873
<b>TOTAL VENTAS</b>	<b>658.944</b>	<b>742.410</b>	<b>839.495</b>	<b>962.421</b>	<b>1.108.709</b>	<b>1.272.243</b>	<b>1.374.023</b>	<b>1.483.944</b>	<b>1.602.660</b>	<b>1.730.873</b>
<b>Costo de ventas</b>	<b>429.480</b>	<b>449.444</b>	<b>470.354</b>	<b>492.295</b>	<b>516.222</b>	<b>539.299</b>	<b>584.370</b>	<b>590.858</b>	<b>618.180</b>	<b>647.002</b>
<b>Utilidad Bruta</b>	<b>229.464</b>	<b>292.966</b>	<b>369.141</b>	<b>470.126</b>	<b>592.487</b>	<b>732.944</b>	<b>809.653</b>	<b>893.086</b>	<b>984.480</b>	<b>1.083.871</b>
<b>Gastos administrativos</b>										
Normina	46.512	48.838	51.279	53.843	56.536	59.362	62.331	65.447	68.719	72.155
Aportes sociales	21.572	22.651	23.783	24.973	26.221	27.532	28.909	30.354	31.872	33.466
Total gasto de personal	68.084	71.488	75.063	78.816	82.757	86.895	91.239	95.801	100.591	105.621
Gastos de fundonamiento	117.710	124.560	132.070	140.703	150.373	160.858	169.201	178.030	187.377	197.276
Impuesto de ICO	72.484	81.665	92.344	105.866	121.958	139.947	151.142	163.234	176.293	190.396
Depreciación	3.662	3.662	3.662	3.662	3.662	1.862	1.862	1.862	1.862	1.862
Amortización	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	200	200	200	200	200
Gasto de intereses	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total gastos administrativos</b>	<b>283.440</b>	<b>282.878</b>	<b>304.839</b>	<b>330.647</b>	<b>380.250</b>	<b>389.781</b>	<b>413.844</b>	<b>438.127</b>	<b>468.323</b>	<b>496.355</b>
<b>Gastos de ventas</b>										
Normina	19.056	20.009	21.009	22.060	23.163	24.321	25.537	26.814	28.154	29.562
Aportes sociales	8.813	9.254	9.716	10.202	10.712	11.248	11.810	12.401	13.021	13.672
Total gasto de personal	27.869	29.263	30.726	32.262	33.875	35.569	37.347	39.215	41.175	43.234
Gastos de ventas	44.534	46.358	48.263	50.261	52.352	54.536	56.755	59.067	61.474	63.981
<b>Total gastos de ventas</b>	<b>72.403</b>	<b>76.821</b>	<b>78.989</b>	<b>82.523</b>	<b>86.227</b>	<b>90.104</b>	<b>94.102</b>	<b>98.281</b>	<b>102.649</b>	<b>107.216</b>
<b>Total gastos</b>	<b>355.844</b>	<b>359.699</b>	<b>383.828</b>	<b>413.170</b>	<b>466.477</b>	<b>489.885</b>	<b>507.947</b>	<b>536.408</b>	<b>570.972</b>	<b>603.571</b>
	51%	48%	46%	43%	40%					
<b>Utilidad operacional</b>	<b>-108.379</b>	<b>-66.733</b>	<b>-14.687</b>	<b>57.086</b>	<b>147.009</b>	<b>253.111</b>	<b>301.808</b>	<b>355.881</b>	<b>415.608</b>	<b>481.301</b>
<b>Utilidad después de ajustes por inflación</b>	<b>-108.379</b>	<b>-66.733</b>	<b>-14.687</b>	<b>57.086</b>	<b>147.009</b>	<b>253.111</b>	<b>301.808</b>	<b>355.881</b>	<b>415.608</b>	<b>481.301</b>
Impuesto de Renta	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Utilidad después de impuestos</b>	<b>-108.379</b>	<b>-66.733</b>	<b>-14.687</b>	<b>57.086</b>	<b>147.009</b>	<b>253.111</b>	<b>301.808</b>	<b>355.881</b>	<b>415.608</b>	<b>481.301</b>
Reserva legal	0	0	0	2.854	7.350	12.656	15.095	17.794	20.775	24.065
Inversiones futuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Utilidad por distribuir</b>	<b>-108.379</b>	<b>-66.733</b>	<b>-14.687</b>	<b>64.231</b>	<b>154.359</b>	<b>240.468</b>	<b>286.811</b>	<b>333.087</b>	<b>384.733</b>	<b>457.236</b>
IMPUESTO RENTA	0%									
RESERVA LEGAL	5%									
OTRAS RESERVAS	0%									

Fuente. Simulación Evaproyect

<sup>53</sup> Cifras en miles de pesos



### ***Resultados simulación comercial alternativa seleccionada***

Los resultados de este componente se constituyen en la columna vertebral de la sostenibilidad de la alternativa seleccionada como en cualquier iniciativa empresarial. De acuerdo con el CONPES 3874 se presentan altos costos en las técnicas diferentes a los rellenos sanitarios, en un escenario que muestra en muchas ocasiones que desde la perspectiva netamente económica resulta mucho más viable verter residuos que aprovecharlos. En este sentido, un nivel continuo y adecuado de ventas de los productos comercializados se convierten en aspectos relevantes en la sostenibilidad de los procesos de aprovechamiento. Es así como en el escenario simulado # 2 de la presente investigación los costos y gastos sobrepasaban en alto grado los ingresos vía comercialización y tarifa de aprovechamiento acompañado de los aspectos críticos a controlar en los componentes técnicos y operativos. Como resultado de la simulación se esperan un nivel de ventas cercano a los \$11.775.221.000 para los 10 años proyectados encontrando un punto de equilibrio entre ingresos y gastos cercanos al año cinco, en este sentido altas variaciones en los niveles de venta o precio por materia prima se configura en un alto riesgo para la alternativa seleccionada, encaminada a comercializar materia prima de las resinas plásticas recicladas. A continuación, se muestra la proyección de presupuesto de compras y ventas con un desglose detallado de cada ítem por concepto y rubro.

**Tabla 36.**

*Presupuesto de compras y ventas anualizado<sup>54</sup> - Simulación Aprovechamiento residuos plásticos Arauca saco 25k*

EN MILES (\$000)										
CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Materia prima	659	742	839	962	1.109	1.272	1.374	1.484	1.603	1.731
Mano obra directa	272.821	286.462	300.785	315.824	331.615	348.196	365.606	383.886	403.081	423.235
Costos indirectos de fa	156.000	162.240	168.730	175.479	182.496	189.796	197.390	205.285	213.497	222.037
<b>Total</b>	<b>429.480</b>	<b>449.444</b>	<b>470.354</b>	<b>492.265</b>	<b>515.222</b>	<b>539.266</b>	<b>564.370</b>	<b>590.656</b>	<b>618.180</b>	<b>647.002</b>
<b>COSTOS DE VTA PRO</b>	<b>65%</b>	<b>61%</b>	<b>56%</b>	<b>51%</b>	<b>46%</b>	<b>42%</b>	<b>41%</b>	<b>40%</b>	<b>39%</b>	<b>37%</b>
Costo de Vta Promedio	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Costo de compra MP	0%									
Costo de compra MP	0%									
Costo de compra MP	0%									
CONCEPTO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>PRODUCTO/UNIDADES</b>										
Sacos plástico molidas	20.275	21.965	23.654	25.344	27.034	28.723	28.723	28.723	28.723	28.723
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>20.275</b>	<b>21.965</b>	<b>23.654</b>	<b>25.344</b>	<b>27.034</b>	<b>28.723</b>	<b>28.723</b>	<b>28.723</b>	<b>28.723</b>	<b>28.723</b>
Incremento porcentual (%) capacidad instalada										
Capacidad Instalada S.	33.792	65,00%	70,00%	75,00%	80,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%	85,00%
Capacidad Instalada	0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Capacidad Instalada	0	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
PRECIO VENTA / ANC	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sacos plástico molidas	32,500	33,800	35,490	37,974	41,012	44,293	47,837	51,664	55,797	60,260
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
0	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Incremento % precios	0%	4%	5%	7%	8%					
<b>Simulación Aprovechamiento residuos plásticos Arauca saco 25k</b>										
VENTAS TOTALES / /	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sacos plástico molidas	658.944	742.410	839.495	962.421	1.108.709	1.272.243	1.374.023	1.483.944	1.602.660	1.730.873
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>658.944</b>	<b>742.410</b>	<b>839.495</b>	<b>962.421</b>	<b>1.108.709</b>	<b>1.272.243</b>	<b>1.374.023</b>	<b>1.483.944</b>	<b>1.602.660</b>	<b>1.730.873</b>

Fuente. Simulación Evaproject

<sup>54</sup> Cifras en miles de pesos

***Resultados viabilidad del proyecto de aprovechamiento escenario 1 – componente Ambiental***

Los resultados del componente ambiental al desarrollo de la alternativa se pueden considerar en primera instancia el aporte que haría el municipio en la tendencia mundial hacia una economía circular enmarcada en los compromisos del país frente a los objetivos de desarrollo sostenible, el convenio marco de cambio climático y como candidato a ingreso de Colombia a la OCDE. A nivel nacional el municipio estaría alineado los objetivos de la política para la gestión integral de residuos sólidos y todo el marco regulatorio derivado y por último a nivel local entre otros beneficios ambientales se estarían vertiendo alrededor de 60 toneladas de residuos plásticos que ampliarían la vida útil de relleno sanitario con la contaminación derivada del suelos y afluentes.

## 10. CONCLUSIONES

### Balance Social y Económico

- **Generación puestos de trabajo:** La factibilidad del escenario uno de acuerdo con los supuestos extrapolados de la información recabada, muestra un impacto significativo positivo en la generación de puestos de trabajo cuya suma asciende a veinte entre recicladores, operarios y personal administrativo. De los puestos generados en cuenta estructura operativa ya administrativa podrían formalizarse dieciséis recicladores que hoy día no alcanzan ingresos superiores a quinientos mil pesos mensuales. En este sentido se ha de mencionar que se proyecta cada puesto de trabajo cumpliendo la totalidad de requisitos de ley.
- **Valor agregado:** Los ingresos vía comercialización y ahorros vía tratamiento de residuos que le aportan el reciclaje plástico al municipio son importantes. De acuerdo con la proyección de ingresos por cada tonelada de plástico recuperado y convertido en materia prima reciclado ingresarían alrededor de \$1.300.000 por tonelada. El proceso de transformación representaría entre un 40% a 50% de ingreso adicional al que se percibe en la actualidad por la comunidad de recicladores (recuperadores)
- **Desarrollo paulatino:** De acuerdo con los datos de la simulación, aunque el escenario dos no presenta resultados positivos frente a los supuestos incorporados, es posible concluir que de acuerdo con los niveles de generación, la apuesta de formalización de los recicladores de oficio, la localización del municipio y el nivel de desarrollo de la actividad en el municipio se requiere iniciar con procesos de menos desarrollo tecnológico e ir avanzando hacia escenarios más desarrollados acorde a los avances de corto o mediano plazo en la actividad de aprovechamiento.

- ***La dignificación de una labor:*** Por último aunque es difícil de cuantificar y lograr transmitir, las condiciones de trabajo de la comunidad recicladora en la actualidad son dramáticas; un bajo ingreso, bajos niveles de escolaridad, altos promedios de edad entre otras condiciones de vulnerabilidad hacen imperantes desarrollar acciones conjuntas (entes gubernamentales, empresa privada y academia) que permitan dignificar mediante procesos de formalización de cerca de una centena de colombianos que ejercen en la actualidad procesos de reciclaje en el municipio de Arauca.
  
- ***Otras iniciativas de aprovechamiento:*** Según la caracterización de residuos se presenta un gran potencial para el aprovechamiento de residuos orgánicos ya que estos representan el 73,23% del total de la fracción de residuos sólidos del municipio con dos claras ventajas sobre otras zonas geográficas, acompañado de los niveles de generación, la disponibilidad de espacio disponible para este tipo de iniciativas y el clima del municipio que facilitaría los procesos de descomposición y compostaje. Esto aunado a que se crearían más plazas de trabajo para la población recicladora además de las dieciséis proyectadas para el aprovechamiento de residuos plásticos.

## 11. RECOMENDACIONES

- ***Disminución impactos Ambientales:*** Desde la perspectiva ambiental el desarrollo del escenario uno, según estimaciones representaría la disminución de aproximadamente 60 toneladas mensuales de residuos plásticos al vertedero municipal, siendo significativo la mitigación de los impactos ambientales.
- ***Educación ambiental:*** Evidenciando los bajos niveles de aprovechamiento de residuos sólidos se convierte en una tarea imperativa fortalecer los procesos de educación ambiental por parte del ente territorial y los centros de enseñanza del municipio que permita cambiar la tendencia actual y el comportamiento de la ciudadanía en general frente a la gestión de los residuos sólidos en el municipio.
- ***Participación de la academia:*** Para el desarrollo de la actividad se requieren adelantar estudios de valoración de residuos aprovechables por las universidades y grupos de investigación presentes en el municipio, con el fin de facilitar la recuperación de materiales o su uso alternativo, reduciendo las cantidades de residuos a vertidos y reincorporando dichos materiales a los procesos productivos en consonancia con procesos de economía circular y la sostenibilidad. Ante los resultados de las simulaciones realizadas se precisa buscar apalancamiento adicional vía apoyo territorial y presentación de proyectos de ciencia y tecnología que permita robustecer o ampliar los procesos de aprovechamiento hacia otros residuos sólidos como el cartón, el vidrio o el metal.

## 12. BIBLIOGRAFÍA

**Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (Icontec).** GTC 24 de 2009\_Guia Separación en la Fuente.

**Acoplásticos.** Nuestra Asociación. Retrieved March 19, 2018, from <http://www.acoplasticos.org/index.php/mnu-nos/mnu-nos-nta-aso>

**Theisen, Hillary., & Tchobanoglous.** (1982). Desechos Sólidos - Principios de Ingeniería y Administración.

**Aluna Consultores Limitada.** (2011). Aproximación al mercado de reciclables y las experiencias significativas. *Estudio Nacional de Reciclaje y Los Recicladores*. Retrieved from <http://www.cempre.org.co/documentos/7>. Aproximación\_mercado RECICLABLES VERSION final agosto 1 de 2011.pdf

**Contraloría Departamental de Arauca.** (2015). Informe sobre el estado de los recursos naturales y del medio ambiente de Arauca, 1–104.

**Concejo Departamental de Arauca.** (2015). Plan Básico de Ordenamiento Territorial del Municipio de Arauca.

**Secretaría de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente de Arauca.** (2016). Plan de gestión integral de residuos sólidos del Municipio de arauca 2017-2028, 1–280.

**Artaraz Miñon, M.** (2010). Política Pública para una Gestión Sostenible de los Residuos Municipales. Un Análisis Aplicado al Municipio de Victoria-Gasteiz., 429.

**Asociación Colombiana de Plásticos - Acoplásticos.** (2018). Retrieved March 6, 2018, from <http://www.acoplasticos.org/>

**Asociación Andina de Residuos - Asoresiduos.** (2017). Responsabilidad Extendida del Productor sobre envases y empaques en Colombia : Reto para ingresar a la Oede.

**Banco Mundial.** (2012). What\_a\_Waste2012\_Final, 116.

**Programa Basura Cero - Observatorio Ambiental de Bogotá.** Retrieved March 4, 2018, from <http://oab.ambientebogota.gov.co/es/con-la-comunidad/campañas/programa-basura-cero>

**Departamento Administrativo de Planeación Municipal.** (2015). Plan De Gestión Integral. Santiago de Cali, pag. 733.

**Fundación para la Economía Circular.** Retrieved February 3, 2018, from <http://economiacircular.org/>

**Colciencias.** (2013). Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación PEDCTI (1st ed.).

**Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.** Retrieved July 10, 2017, from <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/2651-colombia-ingresa-al-comite-de-politica-ambiental-de-la-ocde>

**Consejo Nacional de Política Publica y Economica CONPES.** (2016). Conpes 3874. Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Solidos.

**Corte Constitucional.** (2016). Decreto 596 de abril de 2016, 1–20. Retrieved from [https://docs.wixstatic.com/ugd/b6c176\\_b2e260d143b14369b6abd7d2ae3f69c6.pdf](https://docs.wixstatic.com/ugd/b6c176_b2e260d143b14369b6abd7d2ae3f69c6.pdf)

Consultorías, C. M. A. G. (2017). Tips de Comercialización de Materiales.



**Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo. (2013).** Decreto 2981. Reglamentación del prestación del servicio público de aseo

**Revista Dinero. (2010).** La oportunidad está en la basura. Retrieved March 5, 2018, from <http://www.dinero.com/green/seccion-patrocinios/articulo/la-oportunidad-esta-basura/84440>

**Revista Dinero. (2017).** Cuánta basura genera Colombia y cuánta recicla. Retrieved March 10, 2018, from <http://www.dinero.com/edicion-impres/pais/articulo/cuanta-basura-genera-colombia-y-cuanta-recicla/249270>

**Economipedia. (2018).** Diccionario económico y financiero. Retrieved March 31, 2018, from <http://economipedia.com/diccionario-económico>

**Empresa de Servicios Públicos de Arauca - Emserpa. (2010).** Actualización del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PGRIS., (018), 41.

**Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - Icontec. GTC 86:2003\_Guia** implementación de la Gestión Integral de los Residuos Sólidos.

**Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - Icontec. GTC53-2:2004\_Guia** Aprovechamiento Residuos Sólidos Plásticos.

**Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - Icontec. (2012).** *Compendio: Guías para la gestión de los Residuos sólidos* (2nd ed.). Bogotá, Colombia.

**Cedron J.; Landa V.; Robles J.,** Polímeros | Química general. Retrieved January 24, 2018, from <http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/82-polimeros.html>

**Lindhqvist, T. (2000).** Extended Producer Responsibility in Cleaner Production: Policy Principle to Promote Environmental Improvements of Product Systems. Lund University (Vol. PhD thesis).

<https://doi.org/http://www.lub.lu.se/luft/diss/tec355.pdf>

**Lizarralde, N. M., Rivadeneira, T. F., Ortega Pérez, M. C., & Bohórquez Beltraán, J. P. (2016).** Directorio Colombiano de Reciclaje de Residuos Plásticos. 2016-2017

**Directorio colombiano de reciclaje de residuos plásticos.** Acoplasticos. Retrieved from <http://www.acoplasticos.org/AFshjuraaF47lfjbOSTNKYs4831gepsfiq57DRCFws38164LXIEMF14h2nkr/dcr17/index.html>

**Méndez, R. (2014).** Formulación y Evaluación de Proyectos - Enfoque para Emprendedores (Octava edi). Santa Fe de Bogotá.

**Organización de Naciones Unidas.** Objetivos de Desarrollo Sostenible | UNDP. (n.d.). Retrieved July 10, 2017, from <http://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

**Organización de Naciones Unidas.** (2015). Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible. Retrieved July 8, 2017, from <http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

**Pauli, Gunter. (2011).** The Blue Economy: 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs. (TUSQUETS, Ed.) (1st ed.).

**Secretaria de Salud, Municipio de Arauca. (2014).** Análisis de situación de Salud (ASIS).

**Secretaría Jurídica Distrital de la Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. (2003).** Sentencia T-724

**Corte Constitucional.** Sentencia T-724 de 2003. Retrieved March 24, 2018, from <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=11617#0>

**Solociencia.** La polimerización. Retrieved January 13, 2018, from <https://www.solociencia.com/quimica/07012601.htm>

**Távora, R. R. (2004).** Propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura. Repositorio Institucional PIRHUA - Universidad de Piura.

### **13. BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA NO REFERENCIADA EN EL PRESENTE ESCRITO**

**Callister, W. D. (1995).** *Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los materiales.* Reverté S.A.

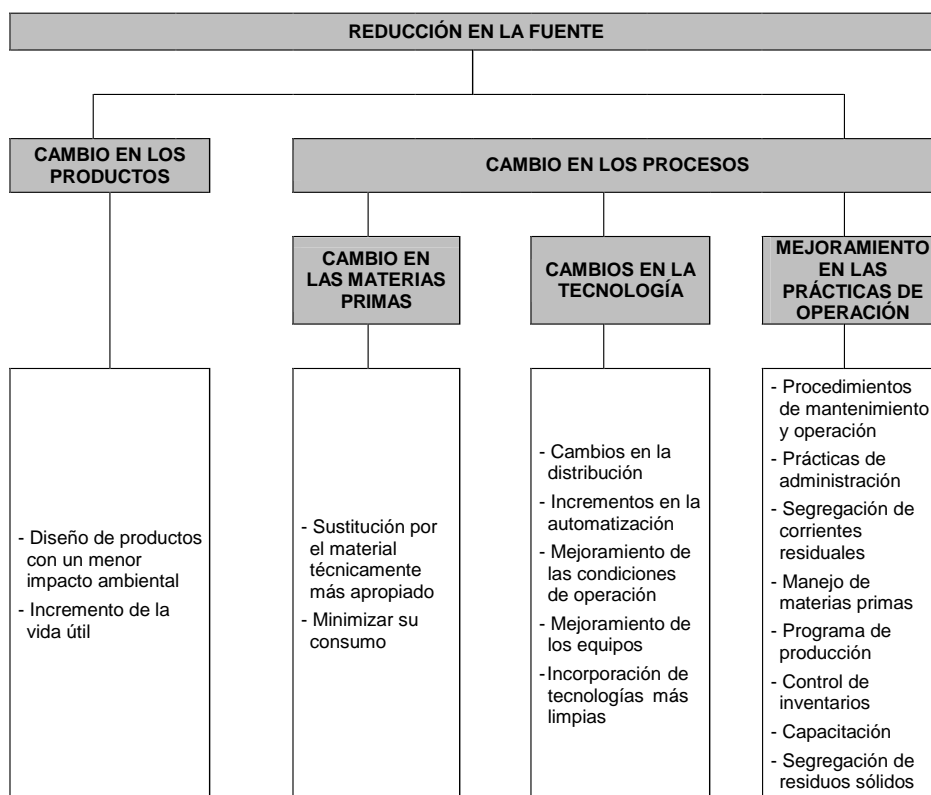
**Porter, M. E. (2016).** *On Competition. Update and Expanded Edition.* Barcelona: Harvard Business Review.

## 14. ANEXOS

A continuación, se destacan algunos anexos que servirán como información adicional y de apoyo en la profundización de la temática.

### Anexo 1.

#### *Métodos para la reducción en la fuente*



Fuente. GTC 53-2. Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos

**Anexo 2.***Alternativas para la recolección de residuos plásticos*

Alternativa	Actividades requeridas	Nivel de recolección
1. Recolección selectiva de residuos plásticos en la fuente de generación con vehículos especializados.	Campañas de educación y promoción. Almacenamiento temporal. Recolección en la fuente. Separación en la fuente.	- Variable. Depende de la colaboración ciudadana y de las estrategias de recolección.
2. Acopio selectivo de residuos plásticos en puntos centralizados.	Campañas de educación y promoción. Almacenamiento temporal. Recolección en la fuente. Separación en la fuente.	- Variable. Depende de la cultura ciudadana, de la selección de puntos estratégicos y del compromiso del ente encargado de su manejo.
3. Intercambio de residuos plásticos con beneficio en centros de acopio.	Campañas educativas Separación en la fuente. Almacenamiento temporal. Transporte al punto de compra.	- Bajo. Sin embargo, la calidad del material es alta.
4. Depósito-reembolso para envases plásticos en máquinas especializadas.	Separación en la fuente Almacenamiento temporal Transporte a la máquina.	- Bajo. Recolectan un porcentaje muy bajo de los envases reciclables.
5. Recolección conjunta con otros residuos y transporte a un centro de acopio.	Almacenamiento temporal No requiere separación en la fuente. No requiere recolección selectiva.	- Alto, aunque la calidad del material es muy baja.

**Anexo 3.***Técnicas de separación e identificación de los plásticos*

Procedimiento	Principio	Evaluación de la eficacia
Separación por flotación – hundimiento.	En un medio acuoso se separan las resinas plásticas aprovechando la diferencia de densidades.	Sólo es eficaz la separación de dos o tres plásticos; bajo efecto de separación; algunos aditivos como los rellenos perturban el proceso.
Separación por centrifugación.	Separación por gravedad específica.	Pureza entre 95 % y 99,9 %.
Separación por flotación mediante reactivos selectivos.	Cuatro plásticos: PVC, PC, POM y PPE, pueden separarse de sus mezclas sintéticas por medio de agentes humectantes comunes, como el sulfonato sódico de lignina, el ácido tánico, el aerosol OT y la saponina.	Pureza entre 87 y 90 %.
Electro separación.	Uso de carga electrostática en campos eléctricos para separar el PVC y el PE de cables y alambres.	Pureza superior al 90 %, los contaminantes perturban el proceso, revestimiento de la superficie.
Espectroscopia del infrarrojo medio.	Pueden distinguirse once clases de plásticos: PE, PP, PVC, ABS, PC, PA, PBT, PPE, y EPDM. Espectroscopia de reflexión de 2,5 m a 50 m, estimulación de oscilaciones de grupo.	Buena identificación de plásticos técnicos, amplia preparación de la muestra no puede automatizarse y es muy lento (tiempo estimado 20s/análisis).
Espectroscopia del infrarrojo cercano.	Separación de PET, PVC, PP, PE, y PS (espectroscopia de reflexión de 800 a 2 500 nm, estimulación de oscilaciones armónicas y oscilaciones combinadas).	Buena identificación de envases plásticos, los rellenos (hollín) perturban el proceso, revestimientos de superficies, geometría de las muestras. Imposible identificar polímeros de color negro y aditivos.
Espectrofotometría por rayos UV del espectro visible infrarrojo.	Espectrofotometría de reflexión de 200 nm a 400 nm, estimulación de vibraciones y electrones.	Identificación mínima de los polímeros, gran influencia de los aditivos (tintes), difícil de automatizar.
Espectrofotometría foto electrónica láser.	Separación de PET, PVC, PP, PE, y PS. Espectrofotometría de emisión láser-plasma-átomo / respuesta de impulso térmico / termografía por rayos infrarrojos.	Identificación mínima de polímeros, identificación de ingredientes hetero atómicas; en principio automatizable.
Espectrofotometría de masas.	Detección de productos pirolíticos mediante espectrofotometría de masas.	Demasiado tiempo (1 min.), poco efecto de separación, difícil de automatizar.

Fuente. GTC 53-2. Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos

**Anexo 4.***Ejemplos de aplicaciones de los residuos recuperados por tipo de plástico*

Plásticos	Aplicaciones de los residuos recuperados
Polietileno Tereftalato (PET)	<p>Parte del material recuperado para reciclaje puede proceder de la producción de polímeros y de procesos de conversión, pero la mayoría de los desechos plásticos de PET para el reciclado se extraen de la corriente de desechos urbanos.</p> <p>Los residuos de PET recuperados se destinan principalmente a la producción de fibra, ya sea en hilos finos para tejidos o en fibras más gruesas para material aislante.</p> <p>Otras aplicaciones incluyen: tejas, zunchos, rafias, escobas, cepillos.</p> <p>El PET contaminado con otros polímeros no es apto para el reciclado mecánico, pero puede utilizarse para el reciclado como materia prima por medios químicos.</p> <p>Existen equipos y tecnologías para hacer reciclaje de PET llamados “botella a botella”. Es decir, que el recuperado de la botella de PET se usa para hacer nuevamente botellas para contacto con alimentos. En estos procesos se lavan las botellas molidas con una solución de soda cáustica que elimina una capa pequeña de PET en la superficie de las botellas, eliminando así posibles contaminantes presentes en las botellas recuperadas de las corrientes de posconsumo. Después de juagado, el PET se seca y cristaliza en vacío, de tal manera que se recupera su peso molecular y su viscosidad intrínseca. Luego, el material se peletiza y se dispone para fabricar nuevamente botellas.</p> <p>Materiales para blindaje. Materiales de relleno para chaquetas.</p>
Polietileno de alta densidad (PE-AD)	<p>Láminas, botellas, barriles para recolectar agua y bidones para compostaje.</p> <p>La lámina de PEAD de los envases comerciales o industriales se recicla.</p> <p>El producto recuperado y finamente molido se utiliza también en procesos de moldeo por rotación para fabricar contenedores o tanques.</p> <p>El material de las botellas y envases plásticos se recicla en nuevas botellas moldeadas mediante soplado o en contenedores mucho más grandes como barriles para agua de lluvia y bidones para compostaje.</p> <p>El PEAD reciclado es una excelente materia prima para hacer madera plástica o estibas.</p> <p>Envases soplados para uso en productos no alimenticios, por ejemplo: detergentes, aceites.</p> <p>Baldes para pintura, minería y cestas para basura. Contenedores industriales. Barreras de señalización. Marcos o perfilaría para ventanas. Bolsas negras de colores dependiendo de la procedencia.</p>

Los residuos de productos de PVC disponibles son muy diversos. La mayoría (65 %) está constituida por aplicaciones de larga vida útil empleadas en construcción e infraestructura; una fracción menor (25 %) incluye aplicaciones de vida media, como componentes de electrodomésticos o computadores, partes de automóviles o artículos de uso doméstico; la porción restante (10 %) corresponde a productos de vida corta, tales como los envases y empaques. Los primeros se encuentran usualmente como residuos industriales de producción, residuos de construcción o demolición de obras públicas o privadas. Los demás suelen encontrarse presentes en los residuos sólidos urbanos.

Las tuberías, perfiles o paneles de PVC (presentes en marcos usados de ventanas, puertas, revestimientos exteriores) pueden reciclarse en aplicaciones análogas.

Las botellas y los residuos de otros productos de PVC rígido de corta vida, como las tarjetas de crédito o el empaque tipo blister, pueden aprovecharse en la producción de ductos para cables, tubería para drenaje, accesorios para tuberías, baldosas o monofilamento para escobas y cepillos.

El PVC procedente de carcazas de computadores y teclados puede utilizarse en segundas aplicaciones idénticas.

Los cables eléctricos recubiertos pueden ser pelados para quitarles el aislamiento de PVC plastificado, de manera que queden separadas la fracción de metal y la de polímero. La fracción de PVC puede reciclarse en revestimientos para pisos industriales, tapetes para automóviles, suelas de zapatos, guardabarros, barreras acústicas y mangueras de jardín, mientras que el metal conductor se recupera y comercializa nuevamente, obteniéndose de ello un buen rendimiento económico. Si la operación de pelado de los cables no fuera viable económicamente, los desechos de cables pueden quemarse en incineradores autorizados para obtener directamente el metal conductor.

Los revestimientos para pisos de PVC pueden reciclarse en nuevos revestimientos de pisos o en bases para alfombras.

El PVC presente en membranas para techos o sustratos puede reciclarse en nuevas membranas.

El PVC espumado puede reciclarse en sus aplicaciones originales si se mezcla con material virgen

En general es mejor reciclar por separado los desechos de PVC plastificados y sin plastificar, con el fin de obtener productos de alta calidad. No obstante, es admisible el uso de mezclas de residuos de PVC y de residuos de PVC con otros polímeros en aplicaciones tales como los productos sucedáneos de la madera y otros.

Cloruro de  
polivinilo (PVC)

Bolsas Industriales

Contenedores

Bolsas de uso general

Mangueras para riego dependiendo de la procedencia

Envases para productos no alimenticios.

Los desechos transparentes de alta calidad encuentran una aplicación en bolsas para mercado, por ejemplo, mientras que el material de calidad inferior se utiliza en bolsas para basura. Los desechos plásticos de empaques para aplicaciones agrícolas se utilizan para fabricar nuevos empaques con similar uso.

Polietileno de  
baja densidad  
(PE-BD, PE-  
LBD)

El PEBD se utiliza también en el aislamiento y la protección de cables. Los desechos de la producción de cables.

Se utiliza en barreras acústicas.

Perfiles para muebles, contenedores pequeños y macetas.

En PEBD puede utilizarse también en productos fabricados a partir de mezclas de plásticos como ocurre con el reciclaje de desperdicios de empaques flexibles.



Polipropileno  
(PP)

El PP reciclado puede ser utilizado en varios sectores así:  
 Sector agrícola: Sistemas de aspersión, válvulas, aspersores, cajas de recolección, comederos de aves.  
 Sector marítimo: Protectores para botes, deflectoras, cabos de amarre.  
 Sector de la construcción: Láminas divisorias, reemplazo triplex, divisiones oficinas, separadores cielorrasos.  
 Sector automotriz: Bandejas para baterías, protectores guardabarros.  
 Sector Industrial: Cajas de recolección de piezas, tapones, rollos para embobinar, textiles, películas, cordeles, cajas de herramientas, plantillas para escobas y cepillos, juguetería, zuncho, elementos decorativos, elementos promocionales, tacones de zapatos, ganchos para colgar ropa, conos y cilindros para embobinado de hilo e hilazas, baldes.

Poliestireno  
(PS)

Los residuos de poliestireno espumados pueden ser aprovechados para obtener subproductos tales como adhesivos, aprestos, emulsiones, impermeabilizantes y asfaltos modificados.  
 Los componentes de poliestireno rígido, como las tazas de café, pueden reciclarse en aplicaciones como estuches de videocasetes, equipo de oficina.  
 Los desechos de poliestireno expandido pierden sus características como espuma durante el proceso de recuperación. El material recuperado puede volver a gasificarse, pero el producto resulta más caro que el material virgen.  
 Tanto los desechos de poliestireno expandido como rígido se han reciclado con éxito como sucedáneo extraído de la madera.  
 Artículos inyectados de oficina (papeleras, portalápices, otros elementos de escritorio)  
 Elementos decorativos  
 Elementos promocionales  
 Lamina extruida para aplicaciones publicitarias u otros usos.  
 Cuerpos de tacones de zapatos  
 Ganchos para colgar ropa  
 Conos y cilindros para embobinado de hilo e hilazas  
 Perfilera de uso arquitectónico o eléctrico  
 Rejillas y cielorrasos de uso arquitectónico  
 Divisiones para baño  
 Componentes para suelas de zapatos  
 Componente para baldosas o pisos sintéticos  
 Componente para pegantes industriales  
 Adoquines aglutinados  
 Madera plástica para estibas, postes, cercas, estacas  
 Mezcla para asfaltos  
 Muebles inyectados (sillas, mesas)  
 Bidones, baldes para uso industrial  
 Materas termoformadas e inyectadas para jardinería  
 Semilleros de uso general

---

Otros  
Policarbonato  
(PC)  
Acilonitrilo  
Butadieno  
Estireno (ABS)  
Estireno  
Acilonitrilo  
(SAN)  
Poliamida  
(PA) Nylon  
Acetales  
Plásticos  
compuestos  
(coextrusión,  
coinyección,  
colaminados)  
Aleaciones de  
polímeros

Esta clasificación se usa para indicar materiales compuestos, como pueden ser las coextrusiones de varias resinas. También, las laminaciones a papel y foil de aluminio son materiales compuestos que salen de la clasificación 7 pero se asimila a ella. Las coextrusiones de varios plásticos y laminaciones a papel y foil de aluminio son los constituyentes principales de los empaques flexibles.

- Autopartes
- Adoquines
- Carcazas para electrodomésticos
- Teléfonos
- Muebles

---

Fuente. GTC 53-2. Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos

## Anexo 5.

### Ejemplos de procesos de reciclaje químico

Proceso	Descripción
Pirólisis	Es el craqueo de las moléculas por calentamiento en el vacío (es decir, en ausencia de oxígeno). Este proceso genera hidrocarburos líquidos o sólidos que pueden ser luego procesados en refinerías. Ofrecen la ventaja de que no requieren de una separación por tipo de resina plástica, lo que permite aprovechar residuos plásticos mixtos.
Hidrogenación	En este caso los plásticos son tratados con hidrógeno y calor. Las cadenas poliméricas son rotas y convertidas en un petróleo sintético que puede ser utilizado en refinerías y plantas químicas.
Gasificación	Los plásticos son calentados con aire o con oxígeno. Así se obtienen los siguientes gases de síntesis: monóxido de carbono e hidrógeno, que pueden ser utilizados para la producción de metanol o amoníaco o incluso como agentes para la producción de acero en hornos de venteo.
Quemolisis	Este proceso se aplica a poliésteres, poliuretanos, poli- acetales y poliamidas. Requiere altas cantidades separadas por tipo de resina. Consiste en la aplicación de procesos solvolíticos como hidrólisis, glicólisis o alcoholisis para reciclarlos y transformarlos nuevamente en sus monómeros básicos para la repolimerización en nuevos plásticos.
Metanólisis	Es un avanzado proceso de reciclado que consiste en la aplicación de metanol en el PET. Este poliéster (el PET), es descompuesto en sus moléculas básicas, incluido el dimetilterefalato y el etilenglicol, los cuales pueden ser luego repolimerizados para producir resina virgen. Varios productores de polietilenterefalato están tratando de desarrollar este proceso para aplicarlo a las botellas de bebidas carbonatadas.
Bioquímicas	Algunos polímeros se denominan "biopolímeros" por ser macromoléculas sintetizadas mediante procesos biológicos (biosíntesis). Ejemplos de estos son las proteínas (como albúminas, hemoglobinas, enzimas), los ácidos nucleicos (AD, RNA), los polípreos (caucho natural) y los polisacáridos. Actualmente a nivel industrial son de interés algunos polisacáridos y poliesteres producidos por bacterias. Estos plásticos pueden biodegradarse rápidamente en condiciones ambientales controladas relacionadas con la actividad microbiana, temperatura, el tipo de material y los componentes secundarios entre otras.

Fuente: Fipma y Plastivida, Manual de Valorización de Residuos Plásticos. 3 edición. Buenos Aires, 2001, p 41 y Suárez C. Y Suárez J. Biosíntesis y Caracterización de Polímeros Biodegradables PHAs Mediante Bacterias del Genero *Pseudomonas*. Tesis Facultad Ingeniería Química Universidad Nacional de Colombia 1997.

Fuente. GTC 53-2. Guía para el aprovechamiento de los residuos plásticos

**Anexo 6.***Proyectos, Indicadores y Metas - Programa “Aprovechamiento de Residuos sólidos Arauca”*

META	PROYECTO	INDICADOR	META ACUMULATIVA EN PLAZO			RESPONSABLE
			CORTO 2017-2020	MEDIANO 2012-2024	LARGO 2025-2028	
Promover la organización empresarial en el 100% de los comercializadores del municipio	7.1 Desarrollar estrategias de emprendimiento empresarial dirigida a comercializadores del municipio de Arauca	No. Estrategias implementadas /Total Estrategias diseñadas	100%			Municipio de Arauca
100% de comercializadores de residuos aprovechables del municipio de Arauca capacitados en técnicas y operatividad en el manejo de residuos aprovechables.	7.2 Diseño e implementación de estrategias de información, educación y comunicación - IEC - para fomentar el adecuado manejo de residuos sólidos aprovechables en los comercializadores de residuos del municipio de Arauca	Porcentaje de comercializadores capacitados	100%			Municipio de Arauca
Una (01) Política municipal para la presentación selectiva de los residuos sólidos implementada en el Municipio	7.3 Diseño, socialización, adopción, e implementación de una política municipal que reglamente la presentación selectiva de los residuos sólidos de acuerdo con los deberes de los usuarios establecidos en la normatividad vigente	Política Municipal adoptada e implementada	100%			Municipio de Arauca
Lograr un 100% de cobertura en la recolección selectiva y transporte de residuos sólidos en el área de prestación del servicio de aseo.	7.4 Implementación de rutas selectivas para el aprovechamiento de residuos sólidos en el Municipio de Arauca	No. De rutas selectivas implementadas/ No. Total de Rutas Selectivas Diseñadas	100%			Persona Prestadora de la Actividad de Aprovechamiento
	7.5 Adquisición de vehículos especializado para recolección de residuos aprovechables	No. De vehículos	100%			Municipio de Arauca y/o Persona Prestadora de la Actividad de Aprovechamiento
100% de los usuarios sensibilizados en presentación selectiva de residuos sólidos	7.6 Diseño e Implementación de estrategias IEC para fomentar cultura ciudadana sobre separación en la fuente y presentación selectiva en el Municipio de Arauca	% de usuarios sensibilizados	25,00%	60,00%	100,00%	Municipio de Arauca y/o Persona Prestadora de la Actividad de Aprovechamiento
Establecer la viabilidad de un sistema de aprovechamiento de residuos aprovechables	7.7 Estudio de factibilidad y localización del sistema de aprovechamiento de residuos orgánicos e inorgánicos en el municipio de	Estudio formulado.	100%			Municipio de Arauca
100% de la infraestructura y	7.8 Diseño y construcción de una	Estación de clasificación y	100%			Municipio de Arauca

equipos para la cadena de aprovechamiento en operación	estación de clasificación y almacenamiento - ECAS - en el Municipio de Arauca 7.9 Adquisición de los equipos para la operación de la Estación de Clasificación y Aprovechamiento - ECAS en el Municipio de Arauca	aprovechamiento -ECAS-diseñada y construida  No. De Equipos Adquiridos/ No. Total de Equipos requeridos	100%			Municipio de Arauca
Lograr el aprovechamiento de residuos sólidos mínimo en un 50% Rutas de recolección selectiva de residuos aprovechables con rechazo inferior al 20% 100% de usuarios realizando presentación de los residuos potencialmente aprovechables limpios, secos y debidamente separados	100% de usuarios realizando presentación de los residuos potencialmente aprovechables limpios, secos y debidamente separados	% anual de aprovechamiento de residuos sólidos  % de Rechazos/ruta selectiva  No. de usuarios que realiza presentación en la fuente/ No. Total de usuarios	33,33%	66,67%	100,00%	Municipio de Arauca y Persona Prestadora de la Actividad de Aprovechamiento
5 unidades educativas y 5 Juntas de Acción Comunal con PRAES Y PROCEDAS implementados	7.11 Formulación e Implementación de PRAES y PROCEDAS articulados con el reciclaje, el reusó, el aprovechamiento y la adecuada presentación de los residuos aprovechables en el municipio de Arauca	No. de PRAES implementados / Total PRAES formulados No. de PROCEDAS implementados / Total PROCEDAS formulados	30%	60,00%	100,00%	Municipio de Arauca

PGIRS Arauca

**Anexo 7.**

*Línea manual de Molido, Lavado y Secado de plásticos rígidos de 200 a 300kgrs/hora*



Fuente. Promaquiplast Ltda.




**Anexo 8.**

*Extruder manual para perfilaría plásticas y/o madera 70mm x 1.800mm*



Fuente. Promaquiplast Ltda.

**Anexo 9.**  
*Instrumento - Entrevista a centros de Acopio y Comercialización de Residuos Plásticos*

 <p>DETERMINACIÓN DE OPORTUNIDADES ECONÓMICAS RESULTANTES DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS GENERADOS EN EL MUNICIPIO DE ARAUCA COMO ALTERNATIVA DE MANEJO Y MITIGACIÓN DE SUS EFECTOS AMBIENTALES.</p> <p><b>ENCUESTA CENTROS DE ACOPIO Y COMERCIALIZACIÓN DE RESIDUOS PLÁSTICOS DEL MUNICIPIO DE ARAUCA</b></p> <p><b>COMPONENTE ECONOMICO</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ¿Cuántos años ha operado este centro de acopio y comercialización de RS?</li> <li>2. ¿Qué lo(a) motivo a desempeñarse en esta actividad económica?</li> <li>3. ¿Con cuántos trabajadores cuenta en su nómina? (Tipo de vinculación)</li> <li>4. ¿Qué tipo de residuo plástico comercializa?</li> <li>5. ¿Quiénes son sus proveedores?</li> <li>6. ¿Realizan recolección directa en el lugar de generación de los residuos plásticos o solo comercializa lo suministrado por parte de sus proveedores?</li> <li>7. ¿Qué condiciones debe tener el material residuo plástico para ser aceptado en el centro de acopio? (separado, limpio) otro</li> <li>8. ¿Qué cantidad (kg) de material residuos plásticos comercializa al mes (aprox)? (Que material)</li> <li>9. ¿Cuenta con registro mensual de la compra y venta del residuo plástico?</li> <li>10. ¿Cuál es el mes o época del año de mayor oferta de residuos plásticos por parte de los proveedores (causa probable)?</li> </ol>	 <p>DETERMINACIÓN DE OPORTUNIDADES ECONÓMICAS RESULTANTES DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS GENERADOS EN EL MUNICIPIO DE ARAUCA COMO ALTERNATIVA DE MANEJO Y MITIGACIÓN DE SUS EFECTOS AMBIENTALES.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>11. ¿Cuál es el nivel de competencia en esta actividad económica? (alto, medio, bajo)/(mayor competidor)</li> <li>12. ¿Hace uso de maquinaria(s) o equipo(s) para acondicionar el material residuos plásticos?</li> <li>13. ¿Realiza algún alistamiento del residuo plástico que va comercializar? (separado, lavado, compactado y/o picado)</li> <li>14. ¿Qué valor (aprox) se le paga al proveedor por cada tipo de material (\$/kilo)?</li> <li>15. ¿Realiza compra de residuos plásticos a otras comercializadoras municipales? (Si/No) (Cual)</li> <li>16. ¿Quiénes y donde están ubicados sus principales clientes les compra el residuo plástico? (tiene 1 o varios compradores/destino)</li> <li>17. Conoce usted, ¿Cuál es el tratamiento que se le realiza al residuo plástico que comercializa?</li> <li>18. ¿Cuál es la cantidad mínima requerida para la compra del material RS por parte de sus clientes? ¿valor de compra?</li> <li>19. ¿En qué condiciones debe ser entregado el residuo plástico a sus clientes?</li> </ol>	 <p>DETERMINACIÓN DE OPORTUNIDADES ECONÓMICAS RESULTANTES DEL APROVECHAMIENTO DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS GENERADOS EN EL MUNICIPIO DE ARAUCA COMO ALTERNATIVA DE MANEJO Y MITIGACIÓN DE SUS EFECTOS AMBIENTALES.</p> <p><b>COMPONENTE AMBIENTAL</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>20. ¿Alguna entidad local y/o nacional le realiza seguimiento para garantizar el adecuado desarrollo de su actividad económica? (Si/No) Cual(es)</li> <li>21. ¿Ha recibido capacitaciones para el manejo ambiental del residuo plástico que comercializa? (Si/No) (Por parte de quien/Hace cuanto)</li> <li>22. ¿Conoce usted cuales son los beneficios que aporta su actividad económica en el manejo integral de los residuos plásticos municipales? (Si/No) Cual(es)</li> </ol> <p><b>COMPONENTE SOCIAL</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>23. ¿El centro de acopio pertenece a alguna asociación o agrupación? (Si/No) Cual</li> <li>24. En el desarrollo de su actividad económica, ¿Ha presentado inconvenientes con los habitantes de sector en alguna de estas situaciones:       <ul style="list-style-type: none"> <li>- Generación de ruido (en caso de usar maquinaria)</li> <li>- Presencia de roedores, insectos, vectores</li> <li>- Otra/Cual</li> </ul> </li> <li>25. ¿Qué aspectos y/o apoyos considera que se deben atender para potencializar la actividad económica a la que se dedica?</li> </ol>
---	--	--

Fuente. Construcción propia