Universidad de Ibagué

Comprometidos con el desarrollo regional

Caracterización de la cadena de recuperación de botellas plásticas provenientes del consumo de agua y bebidas en el contexto urbano. Caso Ibagué.

Andrea Carolina Ariza Espitia
Anggie Nathalia Rojas Trujillo

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Ibagué, 2020

Caracterización de la cadena de recuperación de botellas plásticas provenientes del consumo de agua y bebidas en el contexto urbano. Caso Ibagué.

Andrea Carolina Ariza Espitia
Anggie Nathalia Rojas Trujillo

Trabajo de grado que se presenta como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniería Industrial

Director (a):

Ing. Andrés Alberto García León.

Profesor Universidad de Ibagué

Facultad de Ingeniería

Ingeniería Industrial

Ibagué, 2020

(Dedicatoria o lema)

Para nuestros padres que son pilares fundamentales en nuestra formación, para el Ing. Andrés García por apoyarnos con la ejecución del trabajo de grado y el aprendizaje que obtuvimos de cada uno de los profesores que fueron participes en nuestra enseñanza.

Todo fue posible gracias a cada uno de ellos.

Agradecimientos

Agradecemos a nuestra familia por su amor y apoyo en nuestra formación a nuestro tutor de trabajo de grado el Ing. Andrés García León por su dedicación y brindar las herramientas necesarias para la ejecución de la investigación.

Resumen

El presente trabajo de grado es una investigación que pretende caracterizar la cadena inversa para la recuperación de botellas plásticas provenientes del consumo de agua y bebidas gaseosas en el contexto urbano (Ciudad de Ibagué). Se realizaron visitas de campo, en donde, se evidenció que la disposición final de las botellas es una problemática ambiental muy notoria, lo que conlleva a la importancia de la gestión eficiente de residuos (la reducción, la reutilización y el reciclaje) como una fuente de generación de valor agregado en el contexto urbano.

Se realizó una recopilación de información a través de la base de datos y de la norma ambiental colombiana vigente relacionada con la gestión integral de residuos, que sirve como guía para la ejecución de la propuesta ambiental de la recuperación de los envases plásticos que al conocer las alternativas de generación de valor se pretende caracterizar los actores que intervienen en la cadena de recuperación, que permita su representación en el contexto mediante la técnica de encuestas y entrevistas dirigidas a diferentes entidades u organizaciones públicas o privadas, que sirve como orientación para analizar factores favorables y que permita obtener un buen resultado frente a recuperación de botellas plásticas. Así mismo se efectúa un diagnostico que permita dimensionar la problemática ambiental, social y económica existente en la cadena de recuperación para poder determinar el valor económico que genera mediante el análisis de la información recolectada para diseñar e implementar estrategias de solución. El proyecto tiene como objetivo plasmar propuestas de recuperación de botellas plásticas que oriente a las organizaciones el aprovechamiento de los envases, teniendo en mente el valor agregado y el desarrollo sostenible que esta puede generar.

Palabras clave: Botellas plásticas, recuperación, sostenibilidad, problemática, residuos.

Abstract

The present work of degree is a research that aims to characterize the inverse chain for the recovery of plastic bottles from the consumption of water and soft drinks in the urban context (City of Ibague). Field visits were carried out, where it became clear that the final disposal of the bottles is a very notorious environmental problem, which leads to the importance of efficient waste management (reduction, reuse and recycling) as a source of added value generation in the urban context.

A compilation of information was carried out through the database and the current Colombian environmental standard related to integrated waste management, which serves as a guide for the implementation of the environmental proposal for the recovery of plastic packaging, the aim being to characterise the actors involved in the recovery chain when learning about value generation alternatives, enabling them to be represented in the context by means of surveys and interviews aimed at different public or private entities or organisations, which serves as a guide for the analysis of favourable factors and allows a good result to be obtained in the case of the recovery of plastic bottles. A diagnosis is also made to assess the environmental problem, social and economic value in the recovery chain to be able to determine the economic value it generates by analyzing the information collected to design and implement solutions strategies. The aim of the project is to formulate proposals for the recovery of plastic bottles that will guide the organizations in the use of the packaging, bearing in mind the added value and the sustainable development it can generate.

Keywords: Plastic bottles, recovery, sustainability, problems, waste.

Tabla de Contenido

Introducción 3

Capítulo 1: 5

1. Generalidades de la investigación 5
1.1 Contexto del problema 5
1.2 Justificación 8
1.3 Objetivos 9
1.3.1 Objetivo General 9
1.3.2 Objetivos Específicos 9
1.4 Metodología 11
1.5 Referentes teóricos y empíricos 13
1.6 Legislación ambiental en Colombia 14

Capítulo 2: 16

2. Descripción del proceso de recuperación 16
2.1 Descripción del escenario Colombiano 16
2.2 Estimación de las cantidades de residuos en Ibagué 17
2.3 Caracterización de la cadena 24
2.3.1 Análisis de involucrados del centro de acopio 27
2.3.2 Descripción de los actores 31
2.4 Diagnóstico considerando la sostenibilidad 36

Capítulo 3: 39

3. Alternativas de recolección para la recuperación de residuos en Ibagué. 39
3.1 Alternativa de selección selectiva 39
3.2 Buenas prácticas de recolección de envases PET 42
3.3 Propuesta de un nuevo centro de acopio 45
3.4 Criterios de evaluación de alternativas 48
3.5 Mitigación del impacto ambiental y social 50

Capítulo 4: 51

4. Conclusiones y recomendaciones 51

5. Referencias Bibliográficas 52

6. Anexos 54
1. Entidades que recolectan botellas plásticas en la ciudad de Ibagué 54
2. Centro de recolección de residuos 56

Lista de figuras

Ilustración 1. Reciclaje mundial de envases PET en el año 2015-2016..... 6
Ilustración 2.Canal directo y canal inverso 13
Ilustración 3. Ventas mensuales de envases PET por productor en la ciudad de Ibagué . 22
Ilustración 4. Línea de comercialización de envases PET en Ibagué 25
Ilustración 5.Cadena de suministro reciclaje de PET 27
Ilustración 6. Árbol de problemas..... 37
Ilustración 7. Ruta Nº1 centro de acopio Tolima Verde 42
Ilustración 8. Ruta Nº2 centro de acopio Tolima Verde 43
Ilustración 9. Mapa con las rutas de recolección de envases en la ciudad de Ibagué 44
Ilustración 10. Macro - Localización Tolima, Colombia..... 45
Ilustración 11. Logo del centro de acopio..... 47
Ilustración 12. Contenedores de Bioplastic 47
Ilustración 13. Árbol de soluciones..... 50
Ilustración 14. Comercializadores que recolectan botellas PET 54
Ilustración 15. Centro de acopio Depósito Tolimense 56
Ilustración 16. Maquina Compactadora..... 56

Lista de tablas

Tabla 1.Proveedores de botellas plásticas en Surtiplaza 19
Tabla 2. Productos de envase plástico cafeterías Universidad de Ibagué 20
Tabla 3. Tipos de establecimientos en la ciudad de Ibagué 21
Tabla 4. Envases PET vendidos por cada productor 22
Tabla 5. Envases PET reciclados por cada institución 23
Tabla 6. Matriz de análisis de involucrados 27
Tabla 7. Metas de aprovechamiento de residuos de envases y empaques 32
Tabla 8. Plan estratégico 41
Tabla 9.Calificación de ponderación de factores 46
Tabla 10. Ponderación de factores 46
Tabla 11. Definición de los criterios 48
Tabla 12. Matriz evaluación de criterios 49

Lista de ecuaciones

Ecuación 1. Desperdicio de envases PET en el mes 2019 17
Ecuación 2. Envases PET recicladas en el mes 2019..... 17
Ecuación 3. Ventas al mes de envases de Coca-Cola 18
Ecuación 4. Recolección de botellas PET al 30% 18
Ecuación 5. Ventas al mes en Surtiplaza de envases PET marca Coca-Cola..... 19
Ecuación 6. Ventas PET de la marca Coca-Cola en la Universidad de Ibagué 20
Ecuación 7. Venta total de botellas PET 21
Ecuación 8. Botellas PET recuperadas en la ciudad 21

Anexos

1. Entidades que recolectan botellas plásticas en la ciudad de Ibagué. **Error! Bookmark not defined.**
2. Centro de recolección de residuos ..... **Error! Bookmark not defined.**

Introducción

El presente trabajo de investigación se basa en la caracterización de la cadena de recuperación de botellas PET[1] en la ciudad de Ibagué. Este producto es fácil de adquirir y de transportar tanto por su tamaño y peso, lo cual lo ha convertido en uno de los objetos de peor disposición, pues generalmente son arrojadas a la basura, desconociendo el valor agregado que se puede obtener mediante un eficiente manejo.

Los resultados de la investigación se describen por medio de cuatro capítulos. El primero está conformado por las generalidades del estudio, donde se presentan los diversos aspectos que facilitan el conocimiento del tema, como es el contexto del problema, justificación y objetivos. En el segundo capítulo se describe el proceso de recuperación efectuado para las botellas plásticas, la estimación de las cantidades de residuos y los actores que intervienen en la cadena.

En el tercer capítulo se presenta la caracterización de la cadena de suministro, que se logra al estimar las cantidades de residuos provenientes de este material, los indicadores de desempeño, la propuesta de una estrategia de recuperación que se sustenta en la determinación de puntos de recolección, el diseño de rutas que conecten los puntos de generación y de acopio. Con ello se obtiene información de la operación efectuada con este material en cada uno de los centros de recolección, realizando un diseño gráfico que relacione los actores de la red que conlleve a la sostenibilidad. El cuarto capítulo está conformado por las conclusiones que se obtuvieron, a través de la propuesta de una cadena de recuperación de botellas PET.

[1] PET. (polietileno tereftalato) es un polímero plástico que se obtiene mediante un proceso de polimerización de ácido tereftálico y monoetilenglicol. Es un polímero lineal, con un alto grado de cristalinidad y termoplástico en su comportamiento, lo cual lo hace apto para ser transformado mediante procesos de extrusión, inyección, inyección-soplado y termoformado.

Capítulo 1:

1. Generalidades de la investigación

En este primer capítulo se presentará las generalidades de una cadena de recuperación de botellas plásticas provenientes del consumo de agua y bebidas en el contexto urbano (ciudad Ibagué). Es decir todo lo relacionado con el entorno del problema, justificación, objetivos, metodología, referentes teóricos y la legislación ambiental que se efectuó para el desarrollo de la investigación.

1.1 Contexto del problema

El rápido crecimiento de residuos plásticos provenientes del consumo de agua y bebidas conlleva al agotamiento de los recursos y la contaminación ambiental. “La producción del plástico depende en gran medida de hidrocarburos fósiles, que son recursos no renovables. Si el crecimiento en la producción de plásticos continúa al ritmo actual, para el 2050 la industria de los plásticos podría ser responsable del 20% del consumo mundial total de petróleo”. (ONU, 2018)

Un gran ejemplo es el agua embotellada, las personas están cada vez más preocupadas por lo que ingieren. Esta industria en Colombia pasó de producir 1.000 millones de litros en 1970 a 84.000 millones de litros en el 2000 y a 223.000 millones de litros en el 2010 (Fernandez, El Tiempo, 2016). En otras palabras, mientras la población mundial se multiplicó por dos en estos 45 años, el consumo de agua envasada se multiplicó por 233. Esto, a pesar de que puede costar hasta mil veces más que el agua potable, pero el crecimiento que está experimentando este producto tiene un costo que parece pasar inadvertido ante la mirada de los consumidores, porque el 90% del precio que pagan por el agua embotellada es lo que cuesta la botella. Estos productos son las mayores fuentes de residuos de plástico, ya que buena parte de sus botellas están elaboradas con Tereftalato de Polietileno (PET), el cual es un polímero que tarda hasta un siglo en biodegradarse y tiene un bajo nivel de reciclaje.

En definitiva, esta industria es responsable de la producción anual de alrededor de 1,5 millones de toneladas de plástico. Según el Banco Mundial, la demanda de este producto está aumentando a un ritmo que requerirá un incremento del 50% en las fuentes de agua de aquí al año 2050. Además el 80% de esos envases terminan en rellenos sanitarios donde permanecerán por cientos de años (Fernández, 2016).

En un ranking realizado por Enka[2] entre el año 2015 y 2016 presente en la ilustración 1, Colombia tiene un porcentaje del 22% ubicado por debajo de la media mundial en el reciclaje de botellas elaboradas con PET. Según el estudio, el promedio es de 41% y este es superado solo por Japón con 78%, seguido de Brasil con 56% y Australia con 42%. El único país que se ubica por debajo del porcentaje de Colombia es México, que reutiliza tan solo 18% de las botellas plásticas PET que utiliza su población (Zarta, La República , 2016).

Ilustración 1. Reciclaje mundial de envases PET en el año 2015-2016

Fuente: Revista La república, 2016

[2] ENKA. Empresa colombiana, fue fundada en 1964 para la producción de polímeros y fibras sintéticas de poliamida (Nylon) y poliéster, destinados a la industria textil y como material de refuerzo para la fabricación de llantas.

Lo anterior se debe a la gran oferta que existe en el mercado de las bebidas no alcohólicas como son las gaseosas, el agua saborizada[3], los jugos, los té, las bebidas energizantes, los productos con aloe vera y vitaminas. Los productores se han preocupado por darle una característica propia a cada uno de sus productos para conquistar diferentes mercados. En el mercado local, compañías productoras de bebidas como Postobón, Coca-Cola o Bavaria tienen en su portafolio al menos 24 productos que son envasados en botellas con tecnología PET. Para contrarrestar los efectos de contaminación, una de las estrategias de Coca-Cola fue el desarrollo de la tecnología "Ecoflex"[4] en sus envases de agua Brisa (Suarez Serrano & Quiroga Perez, 2017). Con estos empaques, la multinacional utiliza 22% menos de plástico, ahorrando anualmente cerca de 1.500 toneladas del material. Esta cantidad, según sus cálculos, permitiría fabricar hasta 85 buses articulados de transmilenio. Por su parte, Postobón aseguró en su informe de sostenibilidad de 2014 que el trabajo en conjunto con Enka de Colombia (quien se encarga de comercializar polímeros y fibras químicas de Poliéster), le permitió cerrar el año en el mercado de las gaseosas con la mitad de sus envases PET reciclados (Higuera, 2017).

Debido al desarrollo de muchas tecnologías y sistemas, los desechos de botellas de plástico generados se pueden recuperar y reciclar para la fabricación sostenible y la gestión de recursos, convirtiendo los materiales de desecho en recursos financieros, ambientales y sociales. Una opción es que las empresas comercializadoras presentes en la ciudad de Ibagué estén interesadas en recuperar materiales de la cadena de suministro de forma sostenible con el fin de beneficiarse.

Esta investigación busca delinear las estrategias para lograr una utilización eficaz y eficiente de los recursos para la gestión sostenible de los desechos desde una perspectiva del proveedor, comercializador y consumidor final. Una serie de tácticas que abordan los aspectos de la sostenibilidad, se ejecutan entrevistas a empresas de fabricación y reciclaje de plástico para establecer el camino a seguir para la recolección sostenible a partir de residuos plásticos recuperados.

[3] AGUA SABORIZADA. Es una bebida a la cual se le han agregado uno o varios ingredientes naturales o artificiales para que le transfieran su sabor característico.
[4] ECOFLEX. Es un plástico biodegradable desarrollado por la multinacional química BASF en su fábrica en Ludwigshafen, Alemania.

1.2 Justificación

De acuerdo con la problemática, el diagnóstico de las compañías vendedoras de bebidas PET de la ciudad de Ibagué y la baja innovación presentada en la caracterización de la cadena de recuperación de botellas plásticas provenientes de la obtención del consumo de agua y bebidas, existen posibles alternativas de solución; por un lado implementar la propuesta sostenible en las industrias de Ibagué sobre las buenas prácticas de recolección, la promoción del conocimiento acerca del aprovechamiento de las botellas plásticas en el entorno, la adecuación de contenedores para el reciclaje en los diferentes empresas comerciales de estos productos con el fin de optimizar el aprovechamiento de los recursos y la generación de campañas estratégicas para transformar el uso del plástico e invertir significativamente en sistemas reutilizables generando conciencia ecológica.

Con base en lo anterior, la solución que se escoge para desarrollar y contribuir a la problemática actual, es la promoción e implementación de la caracterización de la cadena de recuperación de botellas plásticas mediante el proceso de reciclaje, lo cual mejora la visión empresarial, prioriza la reutilización y nuevas estrategias del mercado, esto incrementa de manera significativa los ingresos en la empresa, mejora la calidad de vida, genera empleo en la zona y contribuye al medio ambiente.

Este proyecto será logrado a través del cumplimiento de los objetivos, productos y actividades destacando una mejor disposición a estos residuos, donde las industrias que hacen uso de las botellas plásticas se beneficiarían del ingreso que les genere al venderlas a un centro de acopio que las reutiliza, lo cual es una excelente opción ya que se propaga el conocimiento en la empresa, para que se desarrolle de una manera correcta los procesos de recuperación. Por medio de los planes de comercialización se logrará extender esta estrategia del ámbito local al nacional al vincular cadenas comercializadoras e incrementar beneficios.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Caracterizar la cadena de recuperación de botellas de plástico provenientes del consumo de agua y bebidas, mediante la identificación de los actores, relaciones y flujos desde la generación hasta la disposición final de los residuos para determinar la problemática ambiental, social y económica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar alternativas de generación de valor para la caracterización de la cadena proveniente del consumo de agua y bebidas en Ibagué, mediante la consulta de bases de datos y de la norma ambiental colombiana vigente relacionada con la gestión integral de residuos.
- Caracterizar los actores que intervienen en la cadena de recuperación envases de plástico de la ciudad de Ibagué que permita su representación en el contexto mediante la realización de visitas a los actores de la cadena.
- Realizar un diagnóstico que permita dimensionar la problemática ambiental, social y económica existente en la cadena de recuperación de envases de plástico en Ibagué mediante el análisis de la información recolectada.

1.4 Metodología

La presente investigación es un diseño descriptivo - cuasi experimental con naturaleza cuantitativa. Es descriptivo, ya que uno de los objetivos que se plantea es caracterizar los procesos logísticos vinculados a los eslabones del diseño de una cadena de abastecimiento dedicada a la caracterización provenientes del consumo de agua y bebidas en el contexto urbano de la ciudad de Ibagué, donde se analizará el procedimiento que tienen los envases en su posconsumo, que sucede con estos, su centro de acopio y a donde se envían luego de la fase de consumo. Buscando alternativas de solución al problema de los envases de plástico, se propondrá estrategias de recuperación sostenible para implementar proceso de recolección de envases PET en empresas presentes en la ciudad de Ibagué, así mismo se establece la forma de adaptar un nuevo centro de acopio con mejoras en contenedores para cada institución comercial, y por último una propuesta de selección selectiva para ofrecer un servicio donde los productores, comercializadoras y los centros de acopio deben adoptar como parte del cumplimiento de su responsabilidad ambiental frente a los consumidores y la sociedad, con el fin de superar los estándares de calidad.

La investigación se desarrolló en tres etapas:

Etapa I. Generalidades de la investigación, se realizó con el propósito de obtener toda la información y experiencias relacionadas de como actualmente se realiza su recolección y disposición final de las botellas plásticas en el contexto urbano, identificar los centros de acopio existentes, la normatividad estipulada y el impacto ambiental que genera la ausencia de estas prácticas de recuperación del material. En esta etapa se realiza el estado del arte, el cual consistió en la reconstrucción de trabajos ya realizados por otros autores mediante fuentes de información como lo son libros, monografías, tesis, trabajos de investigación relacionados con el tema a resolver, congresos y seminarios.

Etapa II. Descripción de la recuperación de botellas plásticas relacionado con la descripción del escenario Colombiano, identificando las cantidades de residuos a recolectar, los actores que intervienen en la cadena, los procesos de recolección y disposición final de este material y por ultimo generar un diagnóstico considerando la sostenibilidad.

Etapa III. Propuesta de recolección para la recuperación de residuos derivados de las botellas plásticas, presentando la localización del centro de acopio, las estrategia de recolección que se van a ejecutar, el diseño gráfico que conecta los actores de la red, la mitigación de impactos ambiental y social que se va a evidenciar.

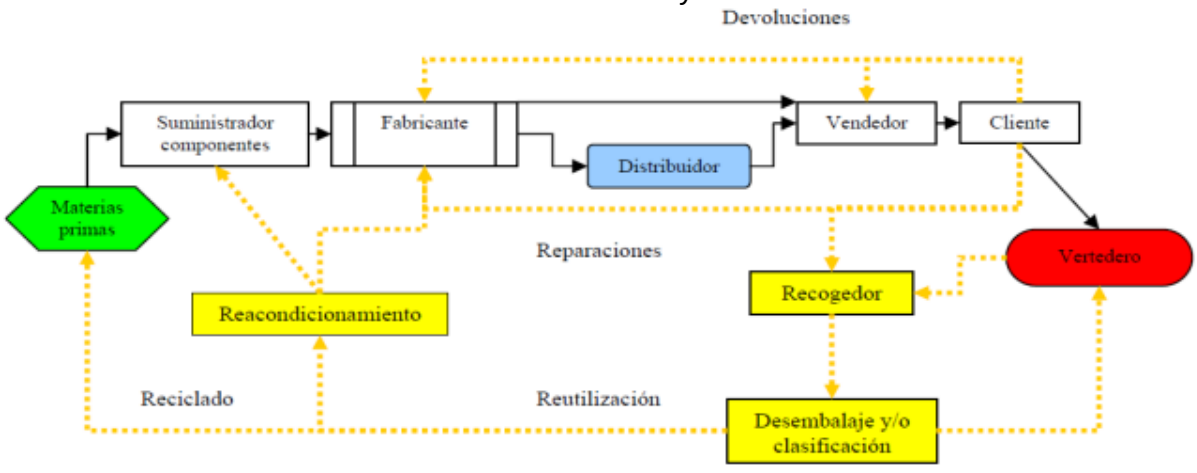
1.5 Referentes teóricos y empíricos

Según Gacia y Francisco (2006) en su artículo de investigación “La Gestión de Cadenas de Suministros: Un enfoque de integración global de procesos”, definen que el concepto de cadenas de suministros involucra todos los procesos principales que una entidad de negocios pueda poseer. Es una integración completa del proceso de producción en donde se transforman insumos, se generan bienes y servicios de acuerdo a las exigencias de los consumidores.

La cadena de suministro incluye no solamente al fabricante y al proveedor, sino también a los transportistas, vendedores y clientes, por esta razón se ha vuelto necesario que las industrias opten por implementar estrategias como la logística inversa la cual podría definirse como: “una cadena de suministro que es rediseñada para gestionar eficientemente el flujo de productos destinados al reprocesamiento, la reutilización, el reciclaje o la destrucción” (Dowlatshahi, 1998).

Una estrategia ejecutada y diseñada en España es el “Sistema de Depósito, Devolución y Retorno”, visualizado en la ilustración 2 donde los productores responsables de poner en el mercado los envasases plasticos, deberán cobrar a sus clientes una cantidad por cada envase objeto de transacción, y devolver una cantidad idéntica por la devolución del envase vacío. No obstante, los envasadores sólo estarán obligados a aceptar la devolución y retorno de los envases de aquellos productos puestos por ellos en el mercado de modo que puedan ser identificados, este sistema obliga a las diferentes empresas de la cadena de suministro a habilitar espacio en sus almacenes para los residuos de envases y a ocuparse de su gestión. (Garrido, 2017 - 2024).

Ilustración 2.Canal directo y canal inverso



Fuente: Universidad de Sevilla, Sistemas de Logística de Retorno.

1.6 Legislación ambiental en Colombia

En Colombia se han adoptado figuras jurídicas que ha desarrollado la legislación ambiental, su objetivo es establecer medidas de reducción de producción, consumo y disposición final de los plásticos de un solo uso en el territorio nacional, por ende todas las distribuidoras de botellas PET deberán regirse por la siguiente normatividad.

- **Resolución 1407 de 2018:** La presente resolución tiene por objeto reglamentar la gestión ambiental de residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio y metal. De conformidad con este objetivo, se establece a los productores la obligación de formular, implementar y mantener actualizado un plan de gestión ambiental de residuos de envases y empaques, que fomente el aprovechamiento. Por ende las instituciones deben tener conocimiento y seguir bien esta ley para saber cuáles son los límites a la hora de sacar el producto al mercado, porque de acuerdo a sus ventas así mismo se sabrá la cantidad que se debe reciclar teniendo en cuenta el porcentaje establecido en la ley de recuperación (ver Tabla 7), esto genera un aumento en la cadena de recuperación de botellas plásticas en la ciudad de Ibagué. (Resolución 1407, 2018)

- **Proyecto de ley N° de 2019:** La presente ley tiene por objeto realizar acciones efectivas para lograr el reemplazo progresivo de los materiales plásticos de un solo uso, por productos manufacturados con materiales reutilizables, reciclables o biodegradables. Para la formulación de la estrategia, se debe tener en cuenta al sector público (gobierno central y entidades territoriales), al sector privado y a la sociedad civil con el fin de promover la sustitución de plástico de un solo uso por alternativas renovables y sostenibles. El proyecto de ley beneficiaria altamente al medio ambiente buscando establecer medidas de reducción en la producción y el consumo de plástico de un solo uso, por otro lado se produciría una afectación a los recicladores en el país, ya que el fin del proyecto es disminuir la producción del plástico incluyendo el PET.

Los factores a tener en cuenta según el proyecto de ley sobre el sistema de reducción de plásticos (El Congreso de la República de Colombia, 2019):

Medidas para la reducción y sustitución de los plásticos de un solo uso:

1. Artículo 8. Promoción de la formalización de los actores de la cadena de valor del plástico e impulso a la integración de la actividad de los recicladores en la gestión y manejo de los residuos sólidos. El Gobierno Nacional tendrá la obligación de promover la formalización de los actores de la cadena de valor del plástico, incluyendo a los recicladores, para lo cual implementará los mecanismos para la formalización, los cuales pueden incluir incentivos. Los gobiernos locales deberán realizar Programas de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva, que incorporen acciones estratégicas orientadas a la recuperación de los plásticos en general, debiendo contar para ello con la participación de los recicladores y fomentando la participación ciudadana. Del mismo modo podrán firmar convenios de colaboración con entidades privadas para promover la valorización de los residuos plásticos.

2. Artículo 9. Responsabilidad extendida del productor. Las empresas productoras de bienes de consumo final que pongan el mercado plásticos de un solo uso deberán formular y presentar ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), el Plan de Gestión Ambiental de residuos de envases y empaques a más tardar el 31 de diciembre de 2020. La implementación efectiva del plan iniciará en el año 2021 y los primeros resultados se presentarán a la autoridad ambiental en el año 2022. Bajo el principio de economía circular, los productores deberán reincorporar en el ciclo productivo un porcentaje mínimo de residuos generados en el territorio nacional con respecto a la cantidad total en peso de los envases y empaques puestos en el mercado. Para esto en dicho plan se deberá certificar el porcentaje de aprovechamiento de los productos, el cual deberá ser, como mínimo, del 30% para 2030.

3. Artículo 10º. Equipos de separación de residuos. Los municipios de más de 500.000 habitantes deberán instalar, en un término no mayor a tres (3) años, equipos de separación e identificación de todos los plásticos aprovechables para la etapa previa al ingreso al relleno sanitario. Los residuos que sean transportados a los rellenos sanitarios deberán pasar previamente por el equipo de separación e identificación de residuos aprovechables.

Capítulo 2:

2. Descripción del proceso de recuperación

En este capítulo se presentará la descripción del proceso de recuperación efectuado para las botellas plásticas, que se ejecutó como una herramienta que facilita el desarrollo del trabajo de investigación, ubicado en un contexto real sobre el problema, es decir todo lo relacionado con la descripción del escenario Colombiano, estimación de las cantidades de residuos, caracterización de la cadena, análisis de involucrados del centro de acopio, descripción de los actores y por último un diagnóstico considerando la sostenibilidad.

2.1 Descripción del escenario Colombiano

Colombia es un país con más de 45 millones de habitantes y se estima que consumen 24 kilos aproximadamente de plástico por persona en el año, esto generando un gran impacto ambiental porque la mayoría de este materia termina acumulado en los rellenos sanitarios o se arroja a las montañas, los valles, y los ríos. Aunque el PET es 100% reciclable, en Colombia Según Romero (2019), el gerente de Apropet[5], una empresa dedicada al reciclaje de botellas post consumo, asegura que la tasa de acopio que tenemos es del 30% solamente. De acuerdo a esta cifra, solo tres de cada diez envases son reciclados en el país, "eso no es suficiente para la demanda que están haciendo las embotelladoras", porque la industria actualmente acopia "cuatro mil toneladas al mes y los transformadores necesitamos más de cinco mil para satisfacer a las empresas". Esta carencia de mil toneladas de PET es equivalente a 36 millones de botellas al mes, que podrían convertirse en nuevos envases reciclados". Esto se puede estar presentando por diversos factores, como la baja rentabilidad que obtienen los recolectores minoristas o la falta de información de los ciudadanos sobre la ubicación de los centros de acopio encargados de la recolección o trasformación de los mismo.

[5] APROPET. es una nueva empresa constituida en línea con San Miguel Industrias (SMI) en Colombia para el reciclaje de PET postconsumo.

2.2 Estimación de las cantidades de residuos en Ibagué

Ibagué registra una población de 553.526 habitantes de las cuales se encuentran en el área urbana localizadas en 13 comunas, 17 corregimientos, 144 veredas y 14 inspecciones (Alcaldía de Ibagué, 2019), de acuerdo a datos suministrados por empresa Interaseo S.A, se producen 220 toneladas diarias de basura y se estima que el 8% son botellas de plástico tipo PET y solamente un 3% de estas son recicladas, lo que significa que un 97% de los residuos son llevados al relleno sanitario para su disposición final. Actualmente existe un plan de manejo integral de residuos sólidos en la alcaldía de Ibagué donde especifica que los envases plásticos de agua, gaseosas y jugos deben estar limpios y secos para su recolección, de lo contrario no serán reciclados, este programa de separación genera que el sistema de recolección de la ciudad sea precario (Molina, 2018).

Para el presente análisis se realiza dos operaciones a partir de los datos obtenidos anteriormente, en la ecuación 1 se observa una estimación aproximada de 528 toneladas al mes de residuos PET desperdiciados en la ciudad de Ibagué, así mismo se calcula la cantidad de botellas recicladas obteniendo como resultado 198 toneladas al mes de envases PET.

$$\textbf{Desperdicio de plástico} = \mathbf{220ton} * \mathbf{8}\% = \mathbf{17,6}\frac{\mathbf{ton}}{\mathbf{dia}} * \mathbf{30dias} = \mathbf{528\ ton/mes}$$

Ecuación 1. Desperdicio de envases PET en el mes 2019

$$\textbf{Reciclaje de plástico} = \mathbf{220ton} * \mathbf{3}\% = \mathbf{6,6}\frac{\mathbf{ton}}{\mathbf{dia}} * \mathbf{30dias} = \mathbf{198\ ton/mes}$$

Ecuación 2. Envases PET recicladas en el mes 2019

Productor: En la ciudad de Ibagué, una de las empresas que lidera como principal distribuidor de gaseosas con envase plástico es Coca- Cola, contando con nueve marcas que son Coca-Cola, Sprite, Fanta, Quatro, Fuze Tea, Agua Brisa, Jugo del Valle, Powerade y Manantial, en donde esta tiene un portafolio de 24 productos cada uno con sus respectivo tamaño en mililitros o litros, todas teniendo un nivel de comercialización muy alto en los supermercados, de acuerdo a los datos suministrados por la empresa aproximadamente en Ibagué se vende entre 11.500 a 12.000 productos en botellas plásticas diarias, a diferencia de Postobon que vende un aproximado de 9.300 unidades diarias de productos en envases PET.

Teniendo en cuenta la resolución 1407 de 2018, sistema de reducción de plásticos, las empresas productoras deben recolectar como mínimo el 30% de las botellas PET que distribuye al mercado con sus ventas, por lo tanto se realiza la siguiente operación para la empresa Coca- Cola:

$$\textbf{Ventas al mes} = 11.500\ \text{und/dia} * 30\ \text{dias}$$

$$\textbf{Ventas al mes} = 345.000\ \text{unds/mes}$$

Ecuación 3. Ventas al mes de envases de Coca-Cola

$$\textbf{Recolección de botellas Pet} = 345.000\ \text{unds/mes} * 30\%$$

$$\textbf{Recolección de botellas Pet} = 103.500\ \text{unds/mes}$$

Ecuación 4. Recolección de botellas PET al 30%

Por lo tanto Coca-Cola debe recolectar aproximadamente 103.500 unidades de envases PET al mes en la ciudad de Ibagué de acuerdo lo establecido por la ley.

Distribución: En Ibagué se encuentran un total de 56 supermercados que venden botellas plásticas; en la tabla 1 se muestran el número de ventas de bebidas envasadas PET con sus respectivos proveedores del supermercado Surtiplaza en el mes de septiembre de 2019, con el fin de verificar cuantas unidades al mes salen al mercado y cuantas unidades se pueden llegar a reciclar.

Tabla 1.Proveedores de botellas plásticas en Surtiplaza

PROVEEDORES DE BEBIDAS EN BOTELLAS PLASTICAS SURTIPLAZA		
MUNICIPIO	NOMBRE DEL PROVEEDOR	CANTIDAD DE VENTAS/MES
IBAGUÉ	COCA COLA	2349
	FUZE TEA	288
	QUATRO	282
	JUGO DEL VALLE	484
	FANTA	40
	POSTOBON	1240
	MR TEA	341
	COLOMBIANA	449
	FRESKOLA	34
	JUGO HIT	1480
	BRETAÑA	13
	SR TORONJO	7
	PEPSI	178
	FULL COLA	279
	KOLA ROMAN	89
	SEVEN UP	62
	PONY MALTA	7763
	SPRITE	218
	CANADA DRY	217
	GINGER CANADA DRY	82
	AGUA CRISTAL	1375
	AGUA FULL AQUA	307
	AGUA BRISA	269
	AGUA COOL DRINKS	86
	AGUA H20	407
	AGUA MANANTIAL	85
	AGUA POOL	1980
	AGUA SABORIZADA	501
	AGUA CRISTALINA	10890

Fuente: Información suministrada por el supermercado Surtiplaza Santa Ana- Ibagué septiembre-2019

De acuerdo a los datos suministrados por el supermercado Surtiplaza se vende un aproximado de 31.795 bebidas en envases plásticas al mes.

Tomando los datos de ventas de la marca de Coca-Cola se obtiene que se vende:

$$\textbf{Ventas de la marca Coca} - \textbf{Cola} = 2349 + 218 + 40 + 282 + 288 + 484 + 269 = \mathbf{3.930\ unds/mes}$$

Ecuación 5. Ventas al mes en Surtiplaza de envases PET marca Coca-Cola

La Universidad de Ibagué tiene cinco cafeterías distribuidas por cada facultad, en cada una de ellas posee un catálogo de bebidas envasadas por botellas PET, en la tabla 2 se muestra las ventas que tiene cada producto por todas las cinco cafeterías del mes de agosto 2019.

Tabla 2. Productos de envase plástico cafeterías Universidad de Ibagué

PRODUCTOS DE ENVASE PLÁSTICO CAFETERIAS UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ		
MUNICIPIO	**PRODUCTOS**	**CANTIDAD DE VENTAS/ MES**
IBAGUE	COCA COLA	384
	SPRITE	108
	KOLA ROMAN	72
	SCHW GINGER	84
	POWERADE	108
	FUZE NEGRO LIMON	60
	FUZE NEGRO DURAZNO	76
	FUZE MANZANA	81
	FUZE MANGO	624
	BRISA LIMA	66
	BRISA PLAIN	35
	AGUA BRISA GAS	42
	AGUA BRISA	54
	BRISA GAS LIMON	216
	FRESH MANDARINA	336
	QUATRO	246
	VALLE FRESH NARANJA	336
	VALLE FRESH MANDARINA	228
	SAVILOE	84
	TOTAL	3240

Fuente: Información suministrada por la auxiliar contable de la cafetería central de la Universidad de Ibagué

$$\textbf{Ventas de la marca Coca} - \textbf{Cola} = 384 + 108 + 246 + 60 + 76 + 81 + 624 + 336 + 228 + 108 + 66 + 35 + 42 + 54 + 216 = \mathbf{2.664\ unds/mes}$$

Ecuación 6. Ventas PET de la marca Coca-Cola en la Universidad de Ibagué

Teniendo en cuenta el total de ventas de PET en Surtiplaza y la Universidad de Ibagué se procede a realizar la estimación aproximada de cuantas botellas se desperdicia y cuantas se reciclan en la ciudad de Ibagué.

$$\textbf{Ventas total } = 31.795\frac{\text{unds}}{\text{mes}} + 3240\frac{\text{unds}}{\text{mes}} = \mathbf{35.035}\frac{\mathbf{unds}}{\mathbf{mes}}$$

$$\textbf{Ventas de botellas en Ibagué} = 35.035\frac{\text{und}}{\text{mes}} * 56 \text{ supermercados} = \mathbf{1´961.960}\ \frac{\mathbf{und}}{\mathbf{mes}}$$

Ecuación 7. Venta total de botellas PET

$$\textbf{Ventas de botellas en Ibagué} = 1´961.960\ \frac{\text{und}}{\text{mes}} * 0{,}03\ \frac{\text{kg}}{\text{und}} * \frac{1}{1000}\ \frac{\text{ton}}{\text{kg}} = \mathbf{58.858}\ \frac{\mathbf{ton}}{\mathbf{mes}}$$

Ecuación 8. Botellas PET recuperadas en la ciudad

$$\textbf{Ventas total Coca} - \textbf{Cola} = 3.930\frac{\text{und}}{\text{mes}} + 2.664\frac{\text{und}}{\text{mes}} = \mathbf{6.594\ unds/mes}$$

$$\textbf{Ventas de Coca} - \textbf{Cola en Ibagué} = 6.594\frac{\text{unds}}{\text{mes}} * 56 \text{ supermercado} = \mathbf{369.264\ unds/mes}$$

De acuerdo a los siguientes resultados, en la ciudad de Ibagué al mes se están vendiendo 58.858 toneladas de envases plásticos y en el relleno sanitario están llegando 528 toneladas, lo que significa que los distintos centros de acopio están recuperando 58.330 toneladas de envases plásticos al mes. Para confirmar estas estadísticas se realizó una investigación donde se tuvieron en cuenta los principales supermercados en la ciudad de Ibagué que venden botellas plásticas, también las empresas productoras y los centros de acopio o bodegas del contexto, esta información se evidencia en la tabla 3 con su respectiva cantidad y porcentajes de acuerdo a los datos suministrados en las entrevistas, así mismo se realiza un análisis y lectura estadística.

Tabla 3. Tipos de establecimientos en la ciudad de Ibagué

Establecimiento	Cantidad	Porcentaje (%)
Instituciones Productoras	6	33,3%
Instituciones comercializadoras	7	38,89%
Centro de Acopios	5	27,78%
Total	18	100%

Fuente: Elaboración propia

El 38,89% de las unidades económicas encuestadas corresponden a instituciones comercializadoras, el 33,33% instituciones productoras y el 27,78% a centros de acopio.

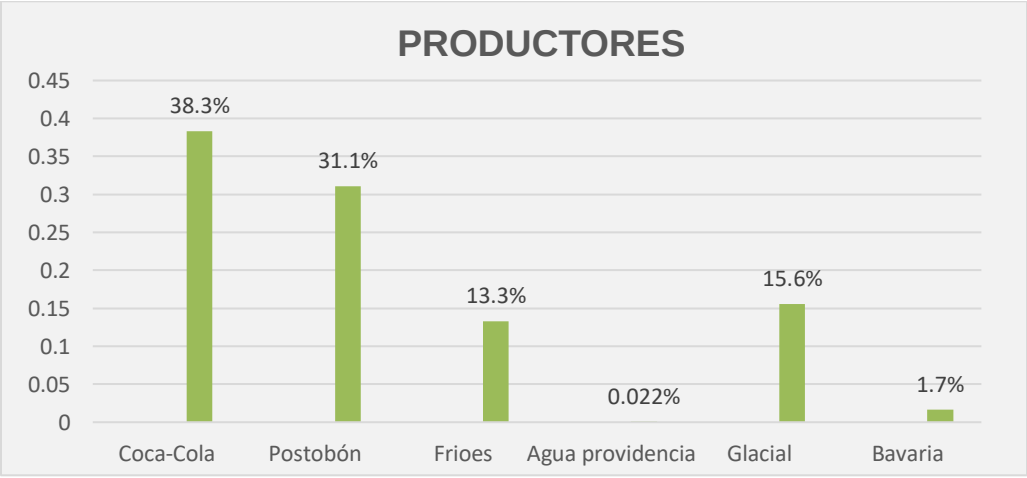
En la tabla 4 se encuentra la respectiva cantidad de productos con envases PET vendidas por cada productor en Ibagué y su respectivo porcentaje, se realiza con el fin de calcular la cantidad de residuos plástico que se puede generar al mes y cuanto de ellos son reciclados, para una mayor visualización se realiza una gráfica evidenciada en la ilustración 3, para determinar cuál es el mayor distribuidor de este material.

Tabla 4. Envases PET vendidos por cada productor

Productores	Cantidad Vendida (und/mes)	Porcentaje
Coca-Cola	345.000	38.3%
Postobón	280.000	31.1%
Glacial	160.000	15.6%
Frioes	140.000	13.3%
Bavaria	18.000	1.7%
Agua providencia	200	0.022%
Total	**943200**	**100.0%**

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 3. Ventas mensuales de envases PET por productor en la ciudad de Ibagué



Fuente: Elaboración propia

De las instituciones encuestadas que venden productos con envases plásticos, el porcentaje más alto con un 38.3% corresponde a la empresa Coca-Cola el cual está vendiendo 345.000 und/mes; el 31,1% corresponde a Postobón el cual está vendiendo 280.000 und/mes; el 15,6% corresponde a Glacial el cual está vendiendo 160.000 und/mes, el 13,3% corresponde a Frioes el cual está vendiendo 140.000 und/mes, el 1,7% corresponde a Bavaria el cual está vendiendo 18.000 und/mes y el 0,022% corresponde a Agua Providencia el cual está vendiendo 200 und/mes.
En la tabla 5 se requiere determinar la totalidad de reciclaje en la ciudad, por comercializador y centro de acopio.

Tabla 5. Envases PET reciclados por cada institución

	Nombre Comercial	Cantidad Reciclada (kg/mes)	Porcentaje
Comercializadoras	Mercacentro	20.000	95.1%
	La Estación	280	1.3%
	Metro	260	1.2%
	Surtiplaza	240	1.1%
	Carnaval de Pollo	150	0.7%
	U.Ibagué	60	0.3%
	Hotel Eco - Star	45	0.2%
	Total	**21035**	**100.0%**
Centro de acopio	Tolima Verde.	20.000	33.3%
	ColReciclar Ambiental	14000	23.3%
	Inversión depósitos el Tolima	10000	16.7%
	Ekoplanet	9000	15%
	Cooproambiental	7000	11.7%
	Total	**60000**	**100.0%**

Fuente: Elaboración propia.

De las siete instituciones comercializadoras encuestadas que reciclan productos con envases plásticos, el porcentaje más alto con un 95,1% corresponde a Mercacentro reciclando 20.000 kg/mes, seguido de la estación con un 1,3% recolectando 280 kg/mes de envases plásticos, el primer resultado tienen una gran diferencia respecto a los otros ya que en la ciudad se cuenta con doce (12) instalaciones de Mercacentro mientras que en las otras sucursales solo se cuenta con dos (2) o hasta tres (3) instituciones de la misma cadena de supermercados.

De los centros de acopio encuestados que recolectan productos con envases plásticos, el porcentaje más alto con un 33,3% corresponde a Tolima Verde recolectando al mes 20.000 kg,

seguido del centro de acopio ColReciclar Ambiental con un 23,3% recolectando al mes 14000 kg. De acuerdo con los resultados obtenidos en las encuestas se puede concluir que en la ciudad de Ibagué, se están produciendo 943.200 und/mes de productos con envases plásticos, que equivalen a 28.296 kg/mes y los centros de acopio actualmente está recolectando 60.000 kg/mes.

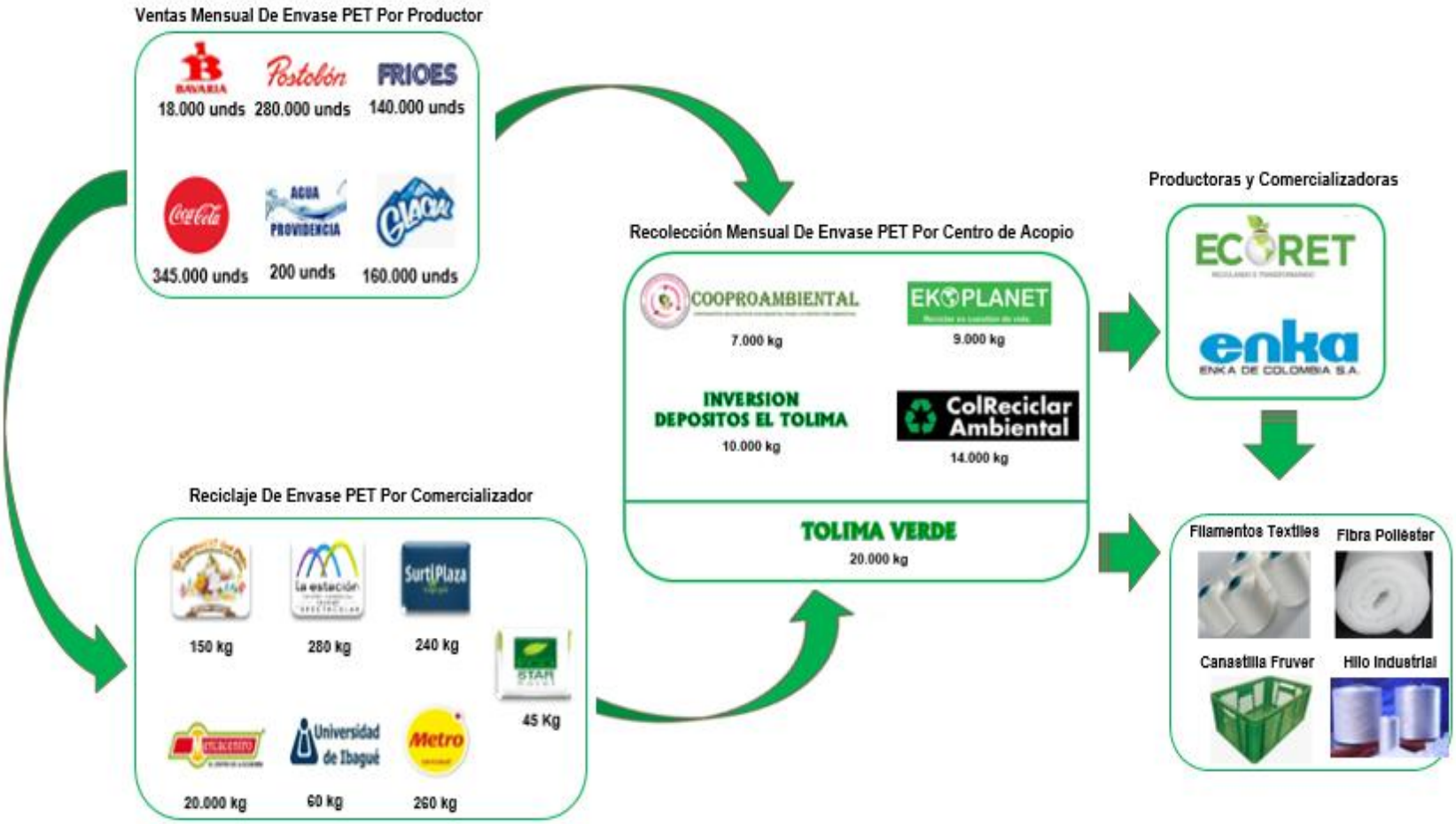
2.3 Caracterización de la cadena

La metodología ejecutada para la caracterización de la cadena de recuperación de envases plásticos fue diseñada bajo las características existentes en el contexto, en donde se identifica su plan de acción ejecutada en la actualidad, por medio de entrevistas con diferentes integrantes pertenecientes a las instituciones.

La Investigación se desarrolló bajo los siguientes componentes: el primero se centra en el reconocimiento de los sectores de producción, comercialización y recolección de envases con material plástico, para el segundo se ejecuta una serie de entrevistas para la recolección de datos estadísticos sobre el proceso de entrada, venta y salida, por último se diseña la cadena de recuperación teniendo en cuenta los análisis del componente anterior.

Instituciones recicladoras: En la ciudad de Ibagué se encuentran aproximadamente cinco principales bodegas recicladoras informales, estos recuperan materiales diariamente, como cartón, papel, latas, vidrio y por supuesto envases plásticos, estos son almacenados y a su vez utilizan unas prensas compactadoras para reducir el volumen de los envases a un 85% facilitando su movilización, estos son vendidos directamente a las empresas ubicadas en la ciudad de Bogotá y Medellín que reutilizan y transforman estos residuos; en la ilustración 4 se identifican las empresas recolectoras y las transformadores de envases plásticos. De acuerdo con las entrevistas realizadas a cada uno de los funcionarios de estos centros de acopio se tienen cifras de la cantidad aproximada de residuos reciclados en la ciudad de Ibagué obteniendo 60.000 kg/mes de envases PET reciclados.

Ilustración 4. Línea de comercialización de envases PET en Ibagué



Fuente: Elaboración propia.

2.3.1 Análisis de involucrados del centro de acopio

En la cadena de recuperación de los envases PET, las bodegas o centros de acopio almacenan los residuos para luego ser comprimidos en fardos para venderlos a empresas reprocesadoras. Por lo tanto, para ejecutar un correcto análisis de los procesos de recolección de plástico es importante tener conocimiento sobre cada uno de actores involucrados en dicho método (ver ilustración 5) con el fin de mostrar la interacción y el comportamiento de cada uno de ellos (Perez, 2015, pág. 23).

Ilustración 5.Cadena de suministro reciclaje de PET

Fuente: (Perez, 2015)

Dentro del análisis de involucrados del centro de acopio visualizado en la tabla 6, se identifican cada uno de los actores que intervienen en este proyecto de la cadena de suministro ya sea positiva o negativamente y que son importantes para la ejecución de este.

Tabla 6. Matriz de análisis de involucrados

				Tipo de Actitud		
Grupo de actores	**Intereses**	**Problemas Percibidos**	**Interés de participar en el proyecto**	**Positiva (+)**	**Negativa (-)**	**Indiferente**
Proveedores	Suministrar Insumos para la fabricación de envases PET	Contaminación ambiental por las botellas plásticas	Recibir los resultados del proyecto	X		
Fabricantes de botellas	Transformación de los insumos en botellas para envasar	Contaminación ambiental por las botellas plásticas	Recibir los resultados del proyecto	X		
Transpotador / Distribuidor	Prestar un servicio de transporte para distribuir los envases o las bebidas envasadas	Deterioro de las carreteras	Ninguna			X

Consumidores	Adquirir productos de buena calidad y precios	Ausencia de conocimiento sobre clasificación de residuos	Colaborativos	X		
Recicladores	Recolectar los residuos por diversos puntos	Inadecuadas herramientas, maquinarias y equipo para desarrollar la labor	Instruir de forma directa en el proyecto	X		
Comercializadoras Industriales	Aliado estratégicamente para comercializar los productos de las industrias de bebidas	Almacenamiento de los residuos PET en contenedores	Conocer, colaborar y recibir información del proyecto	X		
Centros de Acopio	Almacenar, clasificar y compactar cada uno de estos residuos	Enaves en mal estado		X		
Fundaciones - Planta Reprocesadoras	Dedicada al desarrollo sostenible y mejoramiento de las condiciones de vida de las comunidades, mediante el aprovechamiento de residuos plásticos	Enaves en mal estado	Conocer, colaborar y recibir información del proyecto	X		
Ambientalistas	Encargados de verificar, comprobar y constatar el control adecuado de las fábricas y comercializadoras.	Controlar el proceso de fabricación e insumos del proyecto	Identifica r y evaluar el impacto ambiental que se generó con la Realización del proyecto.	X		
Congreso de la república de Colombia	Verificar el lineamiento indicado por el proyecto de ley 2019 de regulación de botellas plásticas.	Falta de visión emprasarial	Evaluar el resultado de cada aspecto en el proyecto	X		

Fuente: Elaboración propia

● **Proveedores:** Actor encargado de suministrar insumos a las industrias de aguas y bebidas, al igual que el producto terminado a la industria que lo solicite.

● **Fabricante de botellas:** Ente encargado de transformar los insumos en botellas plásticas para envasar gaseosas o agua.

● **Transportador y/o Distribuidor:** Ente encargado de la prestación de servicio de transporte para movilizar la materia prima como también aquellos productos terminados (gaseosas y/o aguas embotelladas).

● **Consumidores**: Este ente es el que adquiere los productos que sean de buena calidad y precios y después depositarlo en los contenedores para la buena recolección de estos.

● **Recicladoras**: Este Actor se encarga de reciclar las botellas PET con una debida clasificación para así trasladarlas a los centros de acopio.

● **Comercializadoras industriales:** Ente encargado de la venta del producto de bebidas en envases PET en el mercado regional para poder tener mayor demanda del producto y en su disposición final recolectarlos en contenedores.

● **Centro de acopio:** Entes encargados de almacenar, limpian, clasificar y compactar la botella plástica para finalmente entregar el material.

● **Fundaciones:** Este actor es uno de los más importantes ya que recolecta y transforma los envases plásticos generando valor agregado y contribuye al desarrollo sostenible.

● **Ambientalistas:** Entes encargados de verificar, comprobar y constatar el control adecuado de las fábricas y comercializadoras.

● **Congreso de la república de Colombia**: Entes encargados de verificar el lineamiento indicado por el proyecto de ley 2019 de regulación de botellas plásticas.

2.3.2 Descripción de los actores

De acuerdo con lo dispuesto en la resolución 1407 de 2018, la descripción de los actores hace referencia solo a los tres más influyentes dentro de la cadena de residuos de envases PET los cuales son: productores, comercializadores y consumidor final, donde se estandariza cada una de sus obligaciones.

Obligaciones del productor:

Todos los productores en el territorio nacional deberán formular y presentar ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), un plan individual o colectivo de gestión ambiental de residuos de envases y empaques, mediante alguna de las siguientes alternativas:

a) Si se trata de una persona jurídica constituida con el objeto de garantizar el cumplimiento de las obligaciones que se derivan del plan de gestión ambiental de residuos de envases y empaques, la comunicación mediante la cual se radique el plan, debe ser suscrita por el representante legal de dicha persona jurídica;

b) Si se trata de acuerdos entre los productores interesados en ejecutar el plan colectivo de gestión ambiental de residuos de envases y empaques, todos los integrantes del Plan deben obligarse directamente con su firma y señalar en el documento de formalización de dicho acuerdo su responsabilidad en la ejecución del Plan. Así mismo, la comunicación mediante la cual se radique el plan ante la ANLA, debe ser suscrita por cada uno de los productores y designar un vocero o representante para efectos de los trámites administrativos correspondientes.

Informes de avance. Para efectos del seguimiento, los productores presentarán informes anuales de avance del cumplimiento del Plan de Gestión Ambiental de Residuos de Envases y Empaques que forma parte integral de la presente resolución. Dichos informes se radicarán a través de la Ventanilla Integral de Trámites Ambientales en Línea (Vital) de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales.

Las fechas límites de presentación el plan de gestión ambiental y el primer informe anual de avances, son las siguientes:

Los productores presentarán el Plan de Gestión Ambiental a más tardar el 31 de diciembre de 2020. Todos los productores deberán cumplir con la meta de aprovechamiento de residuos con

respecto al peso total de envases y empaques puestos por ellos en el mercado en el año base, en los porcentajes establecidos en la tabla 7 de la presente resolución. (Resolución 1407, 2018).

Tabla 7. Metas de aprovechamiento de residuos de envases y empaques

Periodo de evaluación	Incremento anual	Meta
Año	(% meta)	(%)
2021	10%	10
2022	2%	12
2023	2%	14
2024	2%	16
2025	2%	18
2026	2%	20
2027	2%	22
2028	2%	24
2029	3%	27
2030	3%	30

Fuente: Resolución 1407 de 2018

Criterios del productor:

- Presentar ante la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), el plan de gestión ambiental de residuos de envases y empaques, así como los informes de avance anual en los términos establecidos en la presente resolución.
- Definir, desarrollar y liderar los proyectos, acuerdos, alianzas o convenios necesarios con actores, que permitan el avance en la gestión ambiental de residuos de envases y empaques y el cumplimiento de las metas establecidas en la presente resolución.
- Promover alianzas con las estaciones de clasificación y aprovechamiento existentes en los municipios, empresas transformadoras, gestores y demás actores relacionados con las cadenas de valor de reciclaje.
- Apoyar al fabricante en la innovación y el eco diseño para la fabricación de envases y empaques con características de sostenibilidad.

Obligaciones del comercializador. Toda persona natural o jurídica que comercialice y/o distribuya, al por mayor o al detal, productos o bienes envasados o empacados, en cualquiera de las fases de comercialización, incluyendo las ventas a distancia o por medios electrónicos, deberá cumplir con las siguientes obligaciones:

- Apoyar a productores en la implementación de los planes de gestión ambiental de residuos de envases y empaques de los productores presentados ante la ANLA.
- Gestionar de forma conjunta con el productor, los espacios necesarios para la ejecución de los planes de gestión ambiental de residuos de envases y empaques.
- Diseñar e implementar estrategias para recibir los residuos de envases y empaques que los consumidores entreguen.
- Suministrar la información a los consumidores sobre los parámetros para una correcta devolución de los residuos de envases y empaques, promoviendo la separación en la fuente.

Obligaciones del consumidor final. Para efectos de la implementación de los Planes, son obligaciones de los consumidores, las siguientes:

- Entregar los residuos de envases y empaques separados en los puntos de recolección establecidos por los productores.
- Realizar una correcta separación en la fuente de los residuos de envases y empaques.
- Entregar los residuos de envases y empaques en los puntos de recolección o a través de los mecanismos equivalentes establecidos por los productores. (Resolución 1407, 2018)

Bajo estos objetivos destinados por la resolución 1407, algunos comercializadores presentes en la ciudad de Ibagué tiene su propio sistema de recolección de botellas plásticas; a continuación se mostrará las actividades económicas de las empresas que reciclan este material, las cantidades y disposición final de este producto.

- **El Carnaval Del Pollo:** Es un restaurante ubicado en la ciudad de Ibagué su actividad económica se clasifica por la elaboración de comidas y platos preparados N°1084, lleva 49 años en el mercado contiene tres sedes una en Mirolindo, Calambeo y Mirador, dentro de su menú hay un espacio para bebidas donde poseen ocho productos con envase plástico los cuales son gaseosas y agua de diferentes litros cada uno. Los restaurantes poseen dos contenedores de reciclaje para botellas de plástico, que están ubicados en la bodega donde guardan los residuos, recolectan **150 Kg** mensuales de botellas de plástico los cuales son vendidos a Ekoplanet S.A.S Ibagué.

- **Centro Comercial La Estación:** Es un centro comercial ubicado en la ciudad de Ibagué, su actividad económica se clasifica por aactividades combinadas de apoyo a instalaciones N°8110, cuenta con 26 locales de comida ofreciendo una gran cantidad de opciones para todos tipos de clientes, cada uno de ellos posee en su menú productos de bebidas con envases plásticos, los cuales son depositados por los clientes en unos contenedores destinados por el centro comercial, ellos diariamente los vacían y clasifican los productos en el sótano donde son almacenados. Al mes se recolectan **280 Kg** los cuales son vendidos a la empresa Deposito Colreciclar Ambiental.

- **Supermercado Metro**: Esta ubicado en el centro comercial Multicentro en la ciudad de Ibagué, su actividad económica se clasifica en comercio al por mayor de productos alimenticios N°4631, realizan la recopilación de envases plásticos en la bodega organizándolos en globos, recolectando entre **260 kg** de botellas PET mensuales, donde todos los lunes son vendidos a la empresa Cooproambiental.

- **Supermercado Mercacentro**: Esta localizado en 16 puntos estratégicos en la ciudad de Ibagué, su actividad económica se clasifica en comercio al por mayor de productos alimenticios N°4631, dentro de sus secciones contienen bebidas de botellas plásticas, las cuales después de su venta y consumo final son depositadas por el usuario en la basura y clasificados por la entidad ubicándolas en el sótano, se recolectan al mes **20.000 kg** por todos los puntos de ventas existentes en Ibagué, los cuales son transformados en canastas plástica tipo fruver por la entidad Tolima Verde propiedad de Mercacentro.

- **Universidad De Ibagué:** Su actividad económica se clasifica en educación de instituciones universitarias o escuelas tecnológicas N°8543, actualmente esta entidad tiene un plan de reciclaje de envases PET, donde poseen un contenedor en el patio de banderas el cual es desocupado una vez al mes por el centro de acopio Ekoplanet S.A.S, recolectando entre **60 kg** mensuales, esto es posible porque el estudiante participa en un concurso donde escribe sus datos personales en un papel y lo pone dentro del envase PET, el que tenga más botellas en el contenedor gana un incentivo comprometiéndolo con el medio ambiente.

- **Supermercado Surtiplaza:** Ubicado en la ciudad de Ibagué, su actividad económica se clasifica en comercio al por mayor de productos alimenticios N°4631, posee en su inventario 285 productos con material de envase de plástico, aproximadamente al mes vende 31.795 productos como agua, gaseosas, té, soda, jugos, entre otros. Dentro del supermercado poseen un contenedor para reciclar botellas plásticas donde el usuario puede depositar el recipiente luego de su consumo y este se haya convertido en residuo. Se recogen al mes **240 kg** de reciclaje los cuales son venido a la empresa Inversiones Deposito Tolimense S.A.S. ubicada en la ciudad de Ibagué, los cuales son fabricadores de papel y cartón ondulado (corrugado), envases, empaques con material reciclado.

- **Hotel Eco Star:** Su actividad económica se clasifica en alojamiento en hoteles N°4631, aportan al medio ambiente con la mitad del área de la hotelería tradicional, su principal objetivo son las prácticas respetuosas con el medio ambiente, por ende el reciclaje es un papel fundamental, recolectan **45 kg** mensuales de botellas PET, los cuales son donados a la empresa Inversiones Deposito Tolimense S.A.S, aportando a la protección del patrimonio cultural, flora y fauna.

2.4 Diagnóstico considerando la sostenibilidad

La expresión sostenibilidad, son los aspectos relacionados con los resultados económicos, sociales y medioambiental en la gestión de las organizaciones, comenzó a surgir en la literatura económica, y en particular en temas relacionados con el estudio de las operaciones y la cadena de suministro, esta es definida por Christopher (2016), como la coordinación entre un conjunto de organizaciones para conseguir que el flujo de materiales de un determinado bien sea eficiente en términos de servicio y coste. Eso implica que las organizaciones se involucren en el aprovisionamiento, la producción y la distribución de los materiales necesarios para la realización de dicho bien, así como en el transporte del mismo, una vez terminado, hasta el consumidor final, siendo todas estas organizaciones elementos de la misma cadena de suministro.

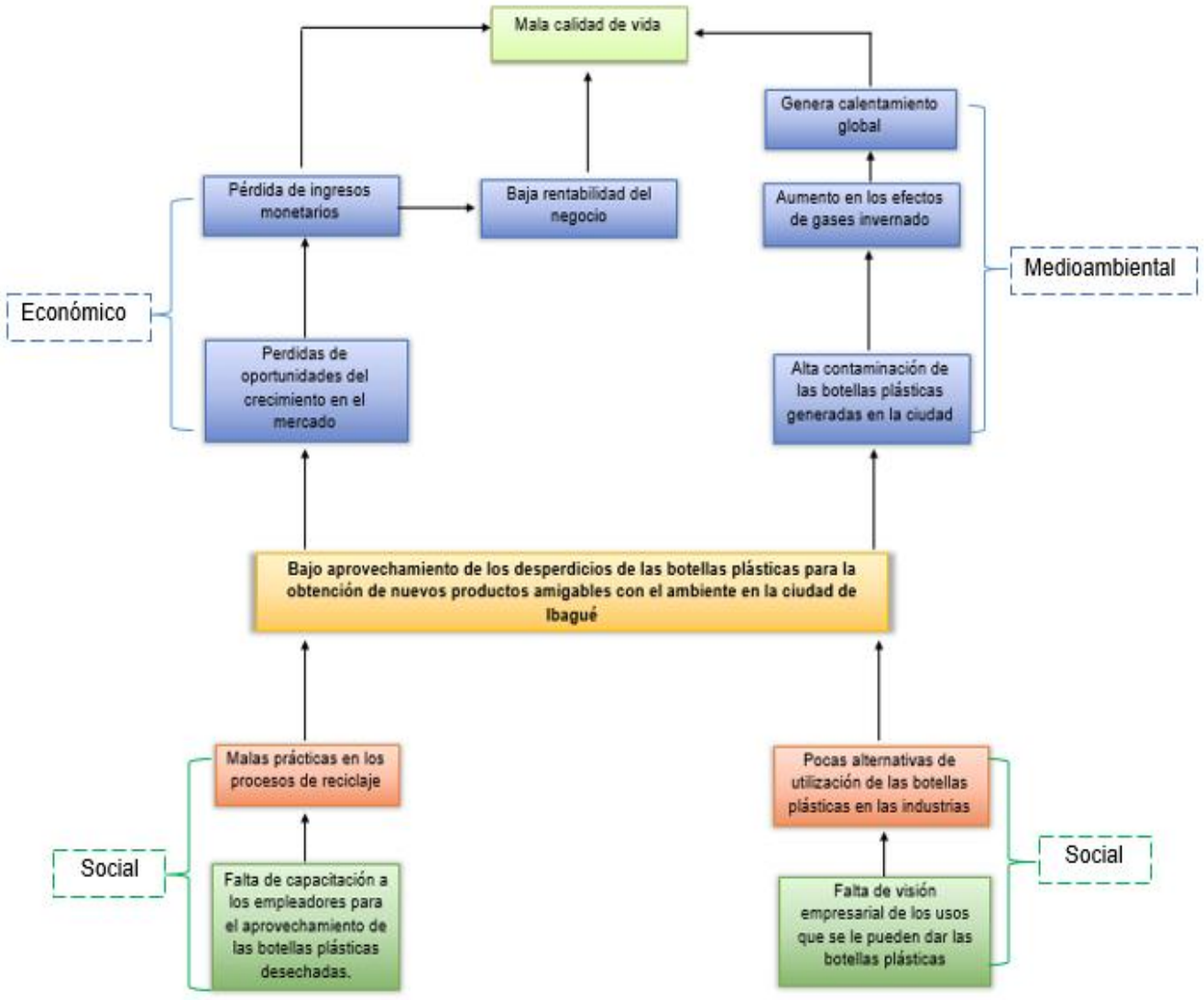
Con esta visión de las cadenas de suministro resulta imprescindible no solo integrar prácticas de dirección que promuevan la consecución de los objetivos tradicionales de la propia cadena, tales como el coste, la calidad en el servicio y la fiabilidad, sino ir más allá, enfocándose en la consecución de los aspectos económicos, sociales y medioambientales (Carter & Rogers, 2008; Dubey et al., 2017).

Económicos: Para lograr un desarrollo económico sostenible, las sociedades deberán respetar los derechos humanos, la inclusión social y el medio ambiente, teniendo igualdad de oportunidades, empleos de calidad, generando un aumento de la productividad laboral y logrando tener mejor acceso de los servicios financieros, la colaboración con organizaciones de ayuda a colectivos desfavorecidos y las actividades que tratan el impacto de la actividad económica sobre el medio ambiente como es la reducción de las emisiones de CO2, búsqueda de transportes más eficientes y menos contaminantes.

Medioambientales: Es una fuente limitada de recursos que vela por su protección y por su uso racional. Una de las maneras con las cuales se busca mejorar una calidad de vida humana es conservando el medio ambiente, ahorrando agua, reduciéndola contaminación por medio de energías amigables con el medio ambiente, protegiendo la diversidad y los ecosistemas, por tal motivo, el medio ambiente es uno de los componente fundamentales en el desarrollo sostenible.

Sociales: El objetivo principal de la sostenibilidad es perseguir la equidad, lo cual significa fomentar el desarrollo de las personas, comunidades y culturas, teniendo como fin tener un estilo y calidad de vida digna, una educación equitativa y adecuada, buscando eliminar la pobreza y de esta manera, satisfacer las necesidades básicas de las personas. Se ejecuta un árbol de problemas evidenciado en la ilustración 6, con el fin de determinar los tres aspectos que afectan la sostenibilidad en la cadena de recuperación de botellas plásticas, identificando las causas y los efectos de dicha problemática.

Ilustración 6. Árbol de problemas



Fuente: Elaboración propia

Capítulo 3:

3. Alternativas de recolección para la recuperación de residuos en Ibagué.

En el tercer capítulo se presentara tres propuesta de recolección que se va a implementar para la recuperación de residuos de envase plástico proveniente de bebías en el contexto urbano Ibagué, presentando alternativas de selección selectiva, prácticas de recolección de envases PET, propuesta de un nuevo centro de acopio y por último mitigación del impactos ambiental y social.

3.1 Alternativa de selección selectiva

La alternativa que se propone es que el manejo de la recolección de las botellas plásticas, sea estructurada, organizada y controlada con los mejores estándares de calidad ambiental, en donde, las empresas recolectoras de residuos aprovechables deberán tener una visión más amplia de negocio, los cuales presentaran un mejor servicio analizando cada uno de los eslabones de la cadena y como participar en ella con eficiencia para su posterior traslado hacia las bodegas o centros de acopio de la ciudad de Ibagué.

Características principales para la recolección del buen manejo de residuos PET dentro de las instituciones generadoras:

1. **Contar con la bodega o centro de recolección de residuos de envases plásticas:** Las bodegas deberá contar con una amplia área de almacenamientos, todos los equipos necesarios para la limpieza, clasificación, compactación y trituración, así facilitando optimizar el espacio (ver anexo 2).

2. **Tener definida la ruta de recolección:** Esto asegura que los recolectores no tengan grandes costos de transporte y así minimizar tiempos, por lo tanto también se debe tener un lugar estratégico y centralizado para evitar sobrecostos.

3. **Disponer de un horario:** Se debe tener claro con qué frecuencia se recolectará los envases plásticos, por lo tanto se debe realizar un análisis de cuantas botellas plásticas se están reciclando en cada institución comercializador o productora para así determinar cuánto kilogramos de PET recolectar.

4. **Tener contenedores adecuados para asegurar control en su almacenamiento:** Esto garantiza el buen manejo y control de las instituciones a la hora de recolectar envases PET con el fin de que sea visibles y adecuados para la disposición final de estos residuos.

5. **Se debe contar con una báscula:** Con el fin de determinar el peso exacto de recolección de los envases PET, porque tener un conteo adecuado permite un mayor control y organización frente a lo que se puede llegar a vender a las empresas reprocesadoras.

El plan estratégico que se diseña presente en la tabla 8, es trazado bajo el principal objetivo de esta alternativa que es consolidar un modelo de gestión ambiental orientado hacia el usuario basado en la eficiencia de los procesos, la estrategia de recolección se formulada teniendo en cuenta la inclusión de las empresas y organizaciones que estén dispuestas ayudar con el medio ambiente, con una debida clasificación y reciclaje de las botellas plásticas PET, recolectadas en un contenedor otorgado y controlado por cada entidad pública o privada esto con el fin de tener una mejor gestión.

Tabla 8. Plan estratégico

EJE	OBJETIVO	LINEA ESTRATEGICA	PLAN/ PROGRAMA /PROYECTO	ACTIVIDADES
Centro de acopio	Consolidar un modelo de gestión ambiental, orientado hacia el usuario, basado en la eficiencia de los procesos seguros y oportunos.	Fortalecimiento de la visión empresarial ambiental	Genera oportunidad de empleo y crecimiento económico.	Diseñar y Socializar la ruta de recolección de botellas en la ciudad de Ibagué
				Radicar un proyecto de Inversión para la gestión de recursos en el servicio de recolección y almacenamiento de botellas.
				Diligenciamiento de los kilos de botellas plásticas recolectadas al mes para visualizar si se recolecta en el periodo por lo menos el 30% de botellas plásticas.
		Gestión para asegurar buenas prácticas en los procesos de recuperación	Reducir el impacto ambiental en la ciudad	Diseñar, socializar e implementar la política de recolección de botellas plasticas a los ciudadanos
				Realizar proceso de recuperación organizada y oportuna.
				Mejorar la calidad de la recolección de botellas plasticas con los contenedores correspondientes de manera conjunta.

Fuente: Elaboración propia

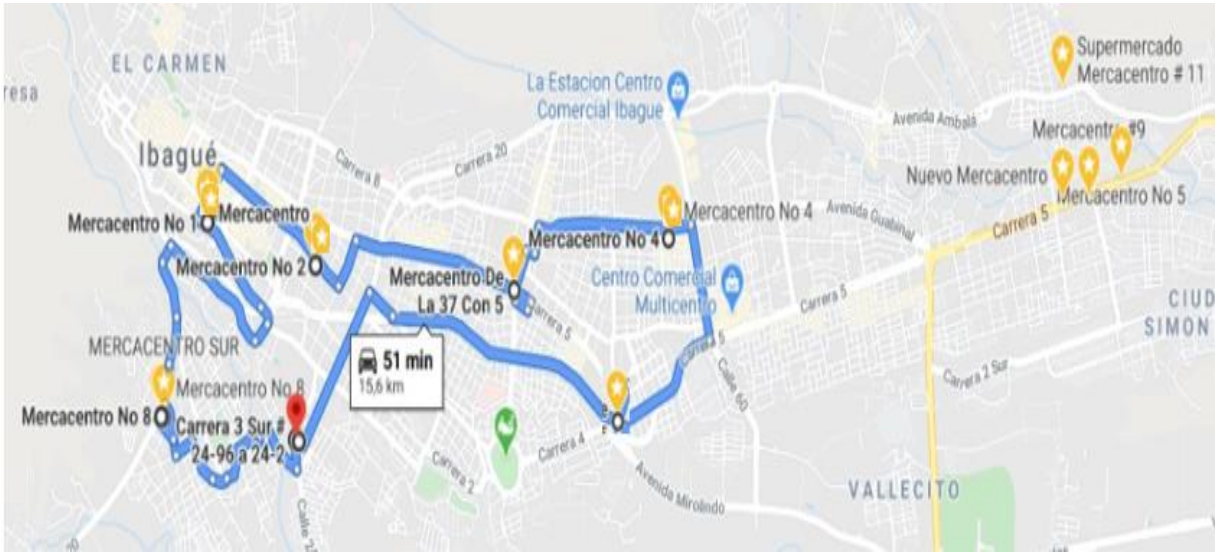
3.2 Buenas prácticas de recolección de envases PET

La ciudad de Ibagué cuenta con cinco centros de acopio, los cuales son: Cooproambiental, Inversión depósitos el Tolima, Ekoplanet, ColReciclar Ambiental y Tolima Verde. Estas entidades están destinadas a la recuperación y el almacenamiento de materiales aprovechables, las cuales tienen por objetivo resguardar temporalmente y bajo ciertas condiciones los residuos, para su envío a instalaciones autorizadas que se encargan de efectuar su tratamiento o disposición final.

Para obtener un sistema de recuperación de envases plásticos y clasificación correcta de los envases PET, es necesario que los centros de acopio tengan definido las entidades comercializadoras a los cuales se les va a realizar la recolección, el único centro de acopio que actualmente tiene esta característica es Tolima Verde el cual es propio de Mercacentro, ellos recolectan material reciclable a los dieciséis sucursales presentes en la ciudad de Ibagué, cuentan con rutas establecida para realizar el recorrido y tienen personal encargado de pasar por cada sucursal recogiendo el material reciclable.

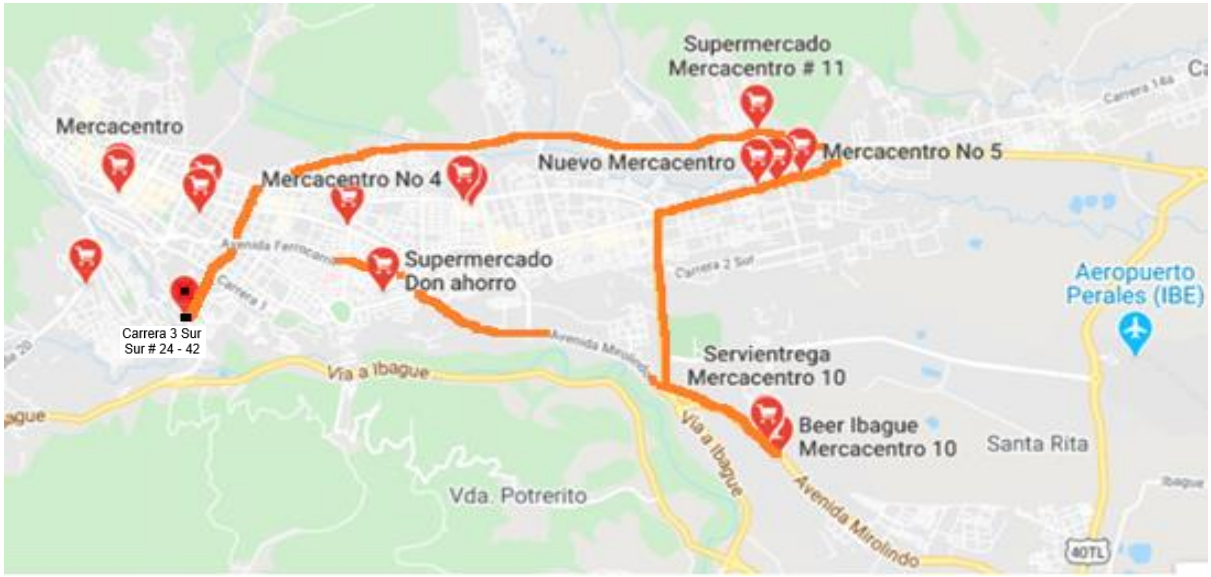
A continuación, en la ilustración 7 y 8 se muestran las rutas de recolección de botellas PET implementada por el centro de acopio Tolima Verde.

Ilustración 7. Ruta Nº1 centro de acopio Tolima Verde



Fuente: Información suministrada por el centro de acopio Tolima Verde

Ilustración 8. Ruta Nº2 centro de acopio Tolima Verde



Fuente: Información suministrada por el centro de acopio Tolima Verde

Actualmente tiene dos rutas establecidas para cubrí todos los puntos de venta, realizan el recorrido una vez a la semana en un horario de 8:00am a 12:00pm para la ruta Nº 1 y de 2:00pm a 6:00pm para la ruta Nº 2, están recolectando en total por las dos rutas 8.568 kg de cartón, 5.000 kg de envases plástico y 1040 kg de plegadiza. Como se pude evidenciar el recorrido es muy largo y toma todo un día para ser ejecutado completamente, lo que genera que el sistema de recolección sea precario.

Se creó una alternativa para efectuar una recolección de material reciclable de forma más eficiente, Mercacentro tiene carros propios para transportar mercancía de un supermercado a otros, conociendo que el centro de acopio Tolima Verde está ubicado en la carrera 3 sur # 24 -42 barrio las Ferias, el punto estratégico donde los trasportadores pueden guardar el material reciclado mientras el centro de acopio va a recogerlo es el supermercado Mercacentro Nº4, ubicado por la Av. Guabinal #60 -53, esta recolección puede ser realizada tres veces a la semana porque la distancia entre el centro de acopio y el supermercado es de 5.2 km que corresponde a 12 minutos en vehículo.

Otra práctica que se puede ejecutar en la ciudad de Ibagué, es un programa de recolección de botellas plásticas con clasificación PET para entidades públicas o privadas, donde cada una de

ellas realice su propio proceso de recolección y lo lleve a un solo centro de acopio con el fin de poder garantizar su reciclaje y una segunda vida útil.

Para ello se pone en marcha un proceso donde los clientes después de comprar sus productos a estas entidades y este llega a su consumo final, depositan los envases en los contenedores que proporciona cada una de las diferentes organizaciones para poder realizar su recolección. Cada institución tendrán un convenio con el centro de acopio Cooproambiental el cual será el encargado de recolectar este material una vez cada dos semanas, este centro de acopio es el adecuado porque cuenta con trasporte propio y personal capacitado para realizar una buena recolección, además de una bodega de almacenamiento con su respectiva maquinaria para compactar y organizar este tipo de material.

A continuación, en la ilustración 9 se muestra la ruta de recolección de botellas PET predeterminada.

Ilustración 9. Mapa con las rutas de recolección de envases en la ciudad de Ibagué

Fuente: Elaboración propia en la herramienta ArcMap 10.3

3.3 Propuesta de un nuevo centro de acopio

Identificando que la ciudad de Ibagué cuenta con una tasa baja de centros de acopio para recolección de las botellas plástica, una de las alternativa propuestas es un nuevo centro de acopio que cumpla con todo el procesos de recolección, por lo tanto se realiza un estudio de macro y micro localización para verificar cual es la mejor alternativa de ubicación de la bodega en la ciudad de Ibagué.

La macro localización consiste en valorar el lugar que brinda las mejores condiciones para la ubicación del proyecto. La micro localización es la determinación del punto preciso donde se construirá la empresa dentro de la región, y en esta se hará la distribución de las instalaciones en el terreno elegido. (Willian Sarache, 2016)

La localización de instalaciones es una decisión compleja que por un lado, debe observar los lineamientos estratégicos asociados al diseño de la cadena de abastecimiento, buscando un necesario equilibrio con las decisiones de transporte. A su vez, los factores seleccionados incidirán en la selección del mejor método para soportar la decisión de localización. (Willian Sarache, 2016)

Macro localización: El proceso de recuperación de botellas plásticas se realizará en la ciudad de Ibagué, debido a que el proyecto a implementar cuenta con proveedores de la ciudad como lo son supermercados y/o restaurantes, además la razón de este proyecto radica en disminuir la cantidad de botellas que se desperdicia en la ciudad de Ibagué, por lo tanto, es muy conveniente ubicar la fábrica en la misma ciudad.

Ilustración 10. Macro - Localización Tolima, Colombia

Fuente: Google imágenes

Micro localización: Para la micro localización se procede a realizar el método de ponderación, con el fin de evaluar las cuatro alternativas pertenecientes a los barrios más estratégicos de la ciudad de Ibagué, determinando el punto preciso donde se construirá el centro de acopio.

En este caso se evalúan cinco (5) factores como son:

- Proximidad de proveedores y cercanía del mercado, considerados como factores más importantes y reciben un peso de 25%.
- Facilidad de transporte con un 20%.
- Seguridad sectorial y servicios públicos con un 15%.

Todos los porcentajes son subjetivos y a partir de estos factores se determina la ubicación de la planta de acopio. Para cada alternativa se distribuyen puntajes relacionado con los factores respecto a las zonas seleccionadas, determinando del 1 al 5 cual es más factible respecto a cada uno de los valores otorgados evidenciado en la tabla 10, esta calificación de ponderación de factores visualizada en la tabla 9 se asignan dependiendo de la zona geográfica donde se encuentran las comercializadoras.

Tabla 9.Calificación de ponderación de factores

Puntuación	Factor
1	Mínimo
2	Bajo
3	Medio
4	Alto
5	Máximo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Ponderación de factores

FACTOR	PESOS RELATIVOS (%)	ALTERNATIVAS			
		Zona Industrial Mirolindo	Barrio Ambalá	Zona Industrial Picaleña	Zona chapinero (centro)
Proximidad de los Proveedores	25	5	4	2	4
Servicios Públicos	15	5	5	2	1
Transporte	20	5	2	5	2
Cercanía al mercado	25	3	4	4	4
Seguridad Sectorial	15	4	2	3	5
Puntuación Final	100	4,35	3,45	3,25	3,3

Fuente: Elaboración propia

Se escogió el sector de Mirolindo para la ubicación del centro de acopio, porque se encuentra en la zonas industrial más importantes de Ibagué, esto representa una ubicación conveniente para el recibimiento de todo el reciclaje de botellas plásticas.

Imagen corporativa: Con la imagen corporativa del centro de acopio se busca que sea distintivo y conocido frente a las entidades.

Ilustración 11. Logo del centro de acopio

Fuente: Elaboración propia en la herramienta online Tailor Brands

Contenedores: Los contenedores de Bioplastic son otorgados a cada entidad con la imagen corporativa del centro de acopio, esta contara con una capacidad aproximada de 50 kilogramos con el fin de que se ejecute la recolección con mayor organización y control, se va realizar la recolección de botellas plásticas todos los lunes cada 15 días, donde se entrega un certificado a cada comercializadora con el peso neto que recolectan durante este periodo de tiempo, con el fin de cumplir con la resolución 1407 de 2018 que reglamenta el plan de gestión ambiental de residuos de envases y empaques.

Ilustración 12. Contenedores de Bioplastic

Fuente: Elaboración propia, imagen extraída en Google Imágenes.

3.4 Criterios de evaluación de alternativas

En la investigación se pretende abordar un análisis más simplificado que permita seleccionar cual alternativa es la más ideal para el objetivo del proyecto y como estas tienen impacto sobre los aspectos sociales, económicos y medioambientales en la ciudad de Ibagué.

Para logar el objetivo del ejercicio mencionado se considera una serie de criterios de evaluación agrupados en la siguiente tabla:

Tabla 11. Definición de los criterios

Criterios	Definiciones
Maquinaria & Equipo	Grado de disponibilidad local de los equipos requeridos se considera alto.
Cercanía de fuentes de abastecimiento	Aprovisionamiento para obtener bienes o servicios, en el caso de esta investigación seria para el adquirir las botellas PET desechadas, que la organización requiere para la operación adecuada.
Formas de organización productiva	Afinidad de apreciación frente a los caracterisiticas claves de cada alternativa.
Impacto económico	Capacidad de generar crecimiento en las actividades relacionadas con las alternativas.
Impacto ambiental	Aprovechamiento en relación a los niveles de utilización del recurso.
Impacto social	Distinguir mejoras de las condiciones actuales en relación con la recuperación de botellas PET y generación de empleo.

Fuente: Trabajo De Grado “Metodología Para La Localización De Centros De Acopio De Llantas Usadas En El Contexto Urbano, En La Ciudad De Ibagué” 2018, Actualizada 2020

A continuación se procede a realizar el método de ponderación describiendo los criterios de medición considerados en los diferente parámetros de evaluación de alternativas. Los factores identificados abarcaran un porcentaje subjetivo.

Para cada alternativa se distribuyen puntajes determinando del 1 al 5 como se puede ver en la tabla 9. Posteriormente se asigna una calificación de ponderación de factores visualizada en la

tabla 12 , en donde esta destaca cual alternativa cuenta con la mayoría de criterios para asi seleccionarla como la más factible para el proyecto.

Tabla 12. Matriz evaluación de criterios

CRITERIOS	PESOS RELATIVOS (%)	ALTERNATIVAS			
		Selección Selectiva	Buenas prácticas de recolección	Programa de recolección	Nuevo centro de acopio
Maquinaria y Equipo	15	3	3	5	3
Cercanía de fuentes de abastecimiento	10	3	4	5	3
Formas de organización productiva	20	4	3	5	3
Impacto económico	20	2	3	4	3
Impacto Ambiental	20	4	4	4	4
Impacto Social	15	2	3	4	5
Puntuación final	**100**	**3,05**	**3,3**	**4,45**	**3,5**

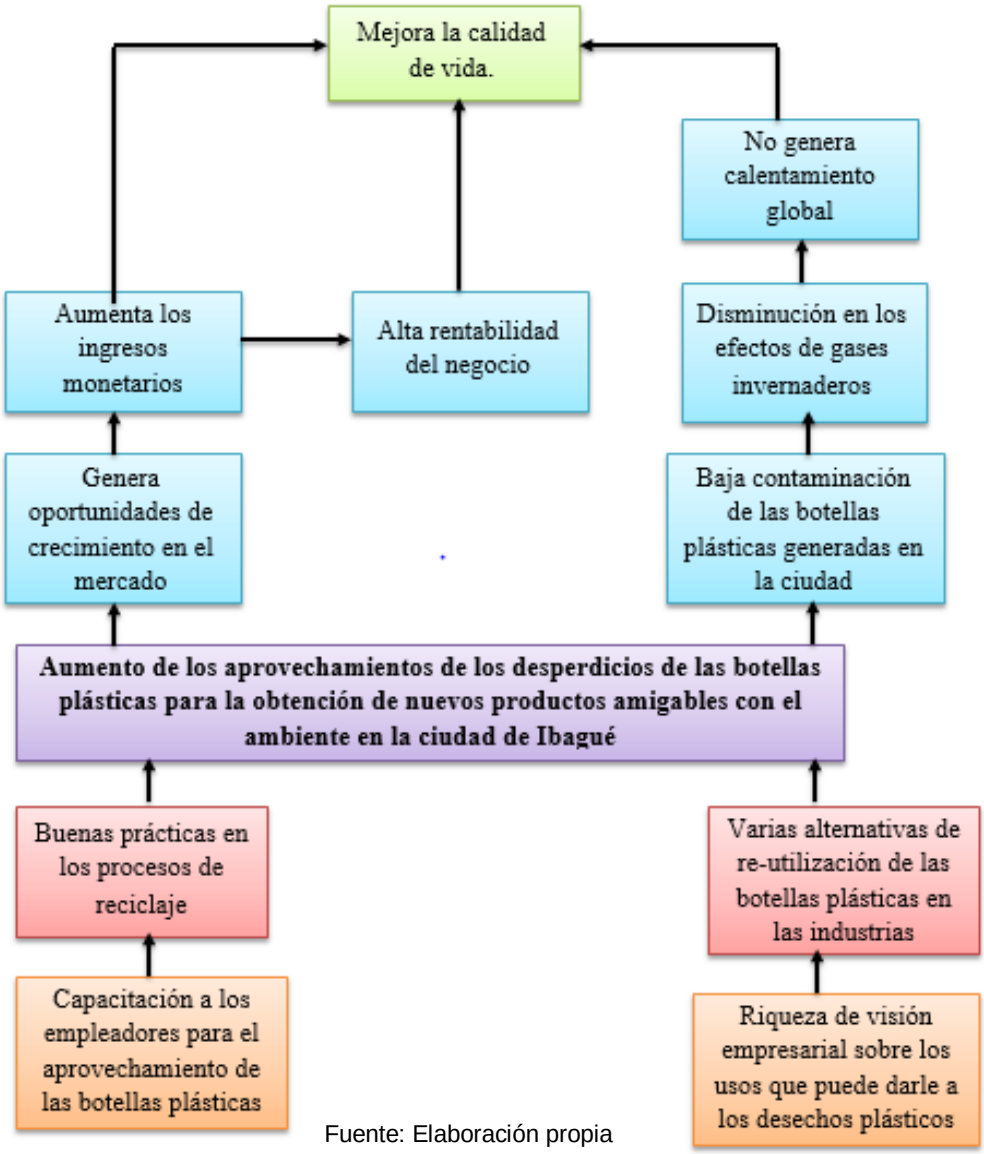
Fuente: Elaboración propia

Despues de evaluar las cuatro alternativas del proyecto, se determina que el programa de recolección es la más estrategica y la que cumple con un alto puntaje frente a los criterios definidos, para ejecutar el objetivo de esta investigación, ya que esta cuenta con contenedores hiegienicos y organizados para cada comercializadora siendo viable para la planificación de recolección de envases plásticos tipo PET, a si mismo se destaca las formas de organización productiva ya que esta tiene caracterisiticas claves como contar con una ruta estrategica e incluir a los clientes en este plan estratégico de recolección de residuos en cada una de las instituciones comercializadoras de la ciudad de Ibagué.

3.5 Mitigación del impacto ambiental y social

La estrategia que se incorpora para aumentar el aprovechamiento de los desperdicios de las botellas plásticas con el propósito de disminuir el impacto ambiental que se genera en la ciudad de Ibagué, es incorporar un proyecto de producción más limpia con el fin de re-utilizar las botellas plásticas para otro producto generando subproductos amigables con el ambiente. A continuación se mostrara un árbol de objetivos presente en la ilustración 13 sobre las consecuencias y las causas que lleva emplear el proyecto de reutilización de las botellas plásticas PET.

Ilustración 13. Árbol de soluciones



Fuente: Elaboración propia

Capítulo 4:

4. Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo al estudio obtenido, se determina que:

- La entidades públicas y privadas que comercializan envases PET en la ciudad de Ibagué no cuentan con alternativas estructuradas y controladas para la recolección, separación y almacenaje de estos residuos, por esto se propone tres alternativas, selección selectiva, buenas prácticas de recolección de envases PET, propuesta de un nuevo centro de acopio que garantizan la estandarización de cadena de recuperación y con el cumplimiento de la norma ambiental colombiana vigente.

- Los actores que intervienen en la cadena de recuperación como los productores, las comercializadoras y el consumidor final, se establece que se encuentran interesados en el reciclaje de botellas plásticas, pero la mayoría no cuentan con un plan de acción para ejercer este procesos amigable con el ambiente de manera controlada.

- La evaluación de los criterios determino como resultado que la alternativa N°2 “ Programa de recolección” es la más viable para el proyecto otorgando sus respectivos estrategias de recuperación para continuar con un proceso adecuado y de bajo costo. Aportando un a la mitigación ambiental en la ciudad de Ibagué.

5. Referencias Bibliográficas

1. Acoplásticos. (2019). ¿Qué es el PET? Obtenido de https://www.acoplasticos.org/index.php/mnu-pre/opm-bus-pref/36-opc-fag-pre4
2. Antonio, G. S. (Enero- Junio de 2006). La Gestión de Cadenas de Suministros: Un enfoque de integración global de procesos. Obtenido de https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545874007.pdf
3. Ballou, R. (2004). Business Logistic and Supply Chain Management. New Jerse: Pearson Pretice Hall.
4. Colombia, C. d. (2019). Proyecto De Ley No. De 2019. Obtenido de Reducción de la producción y el consumo, de los plásticos de un solo uso en el territorio nacional.: http://www.andi.com.co/uploads/pl-2019-n050s-_to_(plastico)_20190724.pdf
5. Diario Occidente. (01 de Julio de 2019). En Colombia se recicla solo el 7% del plástico.
6. El Congreso de la República de Colombia. (31 de Julio de 2019). Proyecto De Ley No. 2019. Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/PL-2019-N050S-_to_(plastico)_20190724.pdf
7. Fernandez, C. F. (06 de Febrero de 2016). El Tiempo. El agua en botella le cuesta caro al planeta.
8. Garcia, F. A. (2006). La Gestión de Cadenas de Suministros: Un enfoque de integración global de procesos. Universidad de los Andes.
9. Garrido, Á. (2017 - 2024). Estrategia de Gestión Sostenible de los residuos . Madrid.
10. Gómez, R. B. (1987). Desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis. Organizacion de las Naciones Unidas .
11. Higuera, J. M. (2017). Modelo de evaluación de la estrategia corporativa de Postobón, en el cumplimiento de los objetivos del desarrollo sostenible. Bogota: Colegio de Estudios Superiores de Administración-CESA.
12. Molina, F. A. (2018). Plan de manejo integral de residuos sólidos. Ibague .
13. ONU. (2018). Plastico de un solo uso: una hoja de ruta pra la sosteniblilidad . Obtenido de Plastico de un solo uso: https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/25496/singleUsePlastic_SP.pdf?sequence=3&isAllowed=y
14. Perez, D. G. (2015). Mejorar la cadena de suministro del reciclado del polietileno tereftalato (PET). Obtenido de repository:

https://repository.eia.edu.co/bitstream/11190/2141/1/PerezLaura_2015_MejorarCadenaSuministro.pdf

15. Portafolio. (11 de Noviembre de 2018). Colombia recicla el 17% de las 12 millones de toneladas de residuos. pág. 1.
16. Postobon. (2018). Informe de Sostenibilidad . Colombia.
17. Resolución 1407 (26 de 7 de 2018). Obtenido de http://www.andi.com.co/Uploads/RES%201407%20DE%202018.pdf
18. Retamoso, C. E. (2017). Produccion limpia, contaminacion y gestion ambiantal. . Bogota : Pontificia Universidad Javeriana.
19. Sarache, W., & Morales, M. (2016). Bogota: Universidad Nacional de Colombia.
20. Serrano, A. (14 de septiembre de 2018). materiales utilizados en la elaboracion de calzado. (A. F. Serrano, Entrevistador)
21. Suarez Serrano, M., & Quiroga Perez, G. (. (2017). Diseño de una red de valor inversa para cerrar el ciclo de vida de los envases en tereftalato de polietileno PET en la ciudad de bogota.
22. Zarta, D. S. (2016). Solo 26% de las botellas plásticas se recicla. La Republica., pág. 4.

6. Anexos

1. Entidades que recolectan botellas plásticas en la ciudad de Ibagué

Ilustración 14. Comercializadores que recolectan botellas PET

ENTIDAD		RECOLECCIÓN
EL CARNAVAL DEL POLLO		
ACTIVIDAD ECONÓMICA		
1084	Elaboración de comidas y platos preparados	
CENTRO COMERCIAL LA ESTACIÓN		
ACTIVIDAD ECONÓMICA		
8110	Actividades combinadas de apoyo a instalaciones	
SUPERMERCADO SURTIPLAZA		
ACTIVIDAD ECONÓMICA		
4631	Comercio al por mayor de productos alimenticios	

UNIVERSIDAD DE IBAGUÉ		
ACTIVIDAD ECONÓMICA		
8543	Educación de instituciones universitarias o de escuelas tecnológicas	
SUPERMERCADO METRO		
ACTIVIDAD ECONÓMICA		
4631	Comercio al por mayor de productos alimenticios	
HOTEL ECO STAR		
ACTIVIDAD ECONÓMICA		
5511	Alojamiento en hoteles	
SUPERMERCADO MERCACENTRO		
ACTIVIDAD ECONÓMICA		
4631	Comercio al por mayor de productos alimenticios	

Fuente: Elaboración propia

2. Centro de recolección de residuos

Ilustración 15. Centro de acopio Depósito Tolimense

Fuente: Elaboración propia

Ilustración 16. Maquina Compactadora

Fuente: Elaboración propia