



**CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS PLÁSTICOS NO APROVECHADOS EN LA  
COMPAÑÍA DE ALIMENTOS COLOMBIANOS CALCO S.A.**

Cristian David Marín Romero

Informe de prácticas académicas para optar al título de Ingeniero Ambiental

Asesora

Verónica Isabel Castro Sánchez

Ingeniera Sanitaria

Universidad de Antioquia  
Facultad de Ingeniería, Escuela Ambiental  
Ingeniería Ambiental  
Medellín  
2023

<b>Cita</b>	(Marín-Romero, 2023)
<b>Referencia</b>	Marín-Romero (2023). <i>Caracterización de los residuos plásticos no aprovechados generados en La Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A.</i> [Semestre de industria]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia
<b>Estilo APA 7 (2020)</b>	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

**Repositorio Institucional:** <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - [www.udea.edu.co](http://www.udea.edu.co)

**Rector:** John Jairo Arboleda Céspedes

**Decano/Director:** Julio César Saldarriaga Molina

**Jefe departamento:** Lina María Berrouët Cadavid

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

## **Dedicatoria**

Dedicado principalmente a mi madre y a mi abuela, quién a lo largo de mi vida han sido mi mayor apoyo, mi fuente de inspiración y mi ejemplo a seguir. Su amor incondicional, paciencia y acompañamiento han hecho posible que esté por cumplir uno de mis grandes sueños. También va dedicado a mi padre, que, aunque ya no se encuentra en este plano terrenal, fue mi motor y combustible para emprender el viaje en este hermoso universo llamado UdeA.

## **Agradecimientos**

Agradezco a mis compañeros de Universidad, los cuales en algún momento también han sido maestros y con su apoyo fue posible avanzar en este proyecto de vida. A mis tíos, los cuales me han apoyado desde el primer día brindándome su apoyo incondicional, a los buenos docentes que hicieron parte de este proceso y al alma mater, que me acogió en su hermoso campus lleno de vida, el cual puedo considerar mi segundo hogar.

También agradezco a la profesora Isabel por acompañarme y apoyarme en este proyecto final de mi carrera y a Crepes & Waffles por brindarme la oportunidad de terminar mi formación en esta empresa comprometida con la equidad social y la protección de los recursos naturales.

## Tabla de contenido

### Contenido

Resumen .....	8
Abstract.....	9
1. Introducción .....	10
2. Objetivos .....	12
Objetivo general .....	12
Objetivos específicos.....	12
3. Marco teórico.....	13
4. Metodología .....	20
Revisión bibliográfica sobre la problemática de los residuos plásticos, características principales y estudios de caracterización.....	20
Diagnóstico del manejo de los residuos plásticos. ....	20
Caracterización y clasificación de los residuos plásticos. ....	21
Búsqueda de estrategias para mejorar la gestión de los residuos plásticos no aprovechados dentro de la empresa. ....	22
5. Resultados y análisis.....	23
6. Conclusiones .....	33
7. Referencias.....	34

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b> Normativa relacionada con los residuos plásticos en Colombia. ....	15
<b>Tabla 2</b> Secciones seleccionadas para realizar la caracterización. ....	21
<b>Tabla 3</b> Primer día de la caracterización de residuos plásticos realizada en La Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. realizada el día 30 de mayo. ....	23
<b>Tabla 4</b> Segundo día de la caracterización de residuos plásticos realizada en La Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. realizada el día 31 de mayo. ....	24
<b>Tabla 5</b> Tercer día de la caracterización de residuos plásticos realizada en La Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. realizada el día 1 de junio. ....	25
<b>Tabla 6</b> Cuarto día de la caracterización de residuos plásticos realizada en La Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. realizada el día 2 de junio. ....	26
<b>Tabla 7</b> Quinto día de la caracterización de residuos plásticos realizada en La Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. realizada el día 3 de junio. ....	27
<b>Tabla 8</b> Tabla en la cual se promedia el pesaje de los residuos plásticos generados diariamente por cada sección productiva. ....	28
<b>Tabla 9</b> Tipo de resinas plásticas con las cuales fueron fabricados los empaques plásticos encontrados en las secciones productivas de la empresa. ....	30

## Lista de figuras

<b>Figure 1</b> Producción de plásticos desde el año 1950, hasta el 2020. ....	13
<b>Figure 2</b> Porcentaje de participación en la producción de productos plásticos a nivel continental. ....	14
<b>Figura 3</b> Sistema de codificación de envases plásticos. ....	16
<b>Figura 4</b> Pesaje promedio de los residuos plásticos generados diariamente por cada sección productiva. ....	29
<b>Figura 5</b> Porcentaje de participación de cada tipo de resina plástica en los empaques plásticos analizados en la caracterización. ....	31

## Resumen

En los últimos 20 años se ha duplicado la producción de los plásticos y debido a esto han incrementado notablemente los impactos asociados a este material. Una de las mayores problemáticas que conlleva el uso desmedido de estos polímeros altamente resistente a la degradación, es su recuperación y disposición. En Colombia la mayoría de los gestores encargados de la recolección de este material, no aceptan gran parte de los residuos plásticos, principalmente cuando estos requieren de una limpieza profunda previa a su método de reciclaje. Por lo cual con este estudio se busca proponer estrategias para recuperar una mayor cantidad de residuos plásticos, disminuir los embalajes plásticos de las materias primas entregadas por los proveedores e identificar empresas gestoras que realicen la recolección y el aprovechamiento de los residuos plásticos que no están siendo recolectados en La Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. Crepes & Waffles, los cuales diariamente tienen un peso promedio de 114,19 Kg. Siendo las secciones de empaques y la cava de pollo las que tienen mayor participación, con 26,95% y 24,15% respectivamente. Además, del 100% de los plásticos no aprovechados, el 83% están fabricados de polietileno, un tipo de resina que permite ser reciclada con mayor facilidad. Con la recolección de un mayor porcentaje de plásticos, se busca reducir la cantidad de plásticos que están siendo dispuestos como residuos no aprovechables en la empresa y además, mejorar en la gestión de este residuo.



### **Abstract**

Over the past two decades, plastic production has seen a twofold increase, significantly escalating the environmental impact associated with this material. A key challenge associated with the rampant use of these degradation-resistant polymers is their recovery and disposal. In Colombia, a large proportion of plastic waste, particularly those requiring extensive cleaning before recycling, is often rejected by waste management agencies. Hence, this study intends to propose strategies to recover a greater amount of plastic waste, reduce the plastic wrapping of raw materials supplied by vendors, as well as identify waste management companies that could potentially collect and utilize the uncollected plastic waste at La Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. Crepes & Waffles. The company generates an average of 114.19 Kg of plastic waste daily. The packaging and chicken cellar sections have the highest participation, with 26.95% and 24.15%, respectively. In addition, of the 100% of plastics not used, 83% are made of polyethylene, a type of resin that can be recycled more easily. By collecting a higher percentage of plastics, the study aims to lessen the volume of plastics that are currently disposed of as non-recyclable waste within the company and enhance the overall management of this waste material.

## 1. Introducción

La Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. Crepes & Waffles es una empresa de alimentos donde se realiza el procesamiento de las materias primas y se preparan las bases de los platos que se sirven en los puntos de venta. La empresa tiene un compromiso especial con las mujeres cabeza de hogar, los agricultores colombianos y con la recuperación y reforestación de los ecosistemas, por lo tanto, dentro de su filosofía empresarial tienen adaptada la sostenibilidad ambiental (Crepes&Waffles, 2021). Sin embargo, debido a que una gran cantidad de los productos utilizados para la preparación de alimentos en la empresa están embalados en plástico no están siendo recolectados por los gestores designados y al momento de ser dispuesto el material de embalaje, contiene trazas de alimentos impregnados lo que convierte esta situación en una problemática con potencial de aprovechamiento.

El término "plástico" es utilizado para describir una serie de polímeros orgánicos de alto peso molecular. La variedad de polímeros disponibles y sus numerosos aditivos dan lugar a una gama de materiales muy diversos, los cuales pueden adaptarse a gran variedad de aplicaciones. A pesar de la variación en la estructura del polímero y la mezcla de cargas añadidas (como colorantes y plastificantes), la mayoría de los plásticos son altamente resistentes a la degradación (Chandran et al., 2020). Según Gonzáles et al. (2003) se calcula que pueden tardar entre 100 y 1000 años para degradarse, dependiendo del tipo de plástico.

El desarrollo y la producción en masa de los polímeros modernos han dado lugar a un gran volumen de plástico muy duradero y a un aumento proporcional de la contaminación ambiental. En los últimos 70 años, la masa y la diversidad de los plásticos han aumentado considerablemente. En 1950, solo se producían 1,5 millones de toneladas de materiales plásticos. En 2017, esta cifra había aumentado hasta los 350 millones de toneladas, sin incluir muchas fibras de confección muy utilizadas, como el nailon y el poliéster (European Commission, 2018). Como resultado de esta elevada producción de plástico, actualmente se estima que 1200 millones de toneladas métricas de plástico estarán en vertederos o en el medio ambiente en 2050 (Geyer et al., 2017). Además, debido al gran volumen de plástico utilizado y la baja reciclabilidad de este material en la mayoría de las regiones del mundo, se crea un importante problema de residuos sólidos, especialmente cuando los plásticos no son recogidos adecuadamente por los sistemas de gestión de residuos y terminan generando impactos sobre los ecosistemas (Kan & Miller, 2022; Boesen et al., 2019; Lindh et al., 2016).

En el caso de los plásticos, la situación a lo largo de los años no ha sido muy distinta a la de los otros materiales. La falta de separación en la fuente y la gran variedad de plástico que

existe en el mercado de difícil identificación por parte del productor, representan algunos de los mayores problemas para su selección y posterior tratamiento (MAVDT, 2004). Aunque los plásticos se reciclan desde los años 70, las cantidades que se reciclan varían geográficamente, según el tipo de plástico y su aplicación. El reciclado de materiales de envasado ha experimentado una rápida expansión en las últimas décadas en varios países. Los avances en tecnologías y sistemas de recogida, clasificación y reprocesado de plásticos reciclables están creando nuevas oportunidades para el reciclaje, y con las acciones combinadas del público, la industria y los gobiernos puede ser posible desviar la mayoría de los residuos plásticos de los vertederos al reciclaje en las próximas décadas (Hopewell et al., 2009).

La caracterización de los residuos sólidos es una herramienta crucial para gestionar los residuos, esta permite identificar la composición de los residuos, fuentes de generación, características y cantidad de residuos generados, basándose en una recolección y el análisis de datos, con la finalidad de tomar decisiones más adecuadas en la gestión de los residuos sólidos (Bernache-Pérez et al., 2001).

Por lo anterior, en el desarrollo del semestre de industria se realizó la caracterización de los residuos plásticos que no están siendo recolectados en la Compañía de Alimentos Colombianos CALCO, los cuales según los resultados de este estudio superan los 100 Kg diarios y se pudo concluir que es necesario mejorar la gestión de este residuo y disminuir los índices de generación de residuos no aprovechables dentro de la empresa.

## **2. Objetivos**

### **Objetivo general**

- Proponer estrategias de recuperación y aprovechamiento de los residuos plásticos no recolectados por los gestores en la Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. Crepes & Waffles con base a la información recolectada in situ.

### **Objetivos específicos**

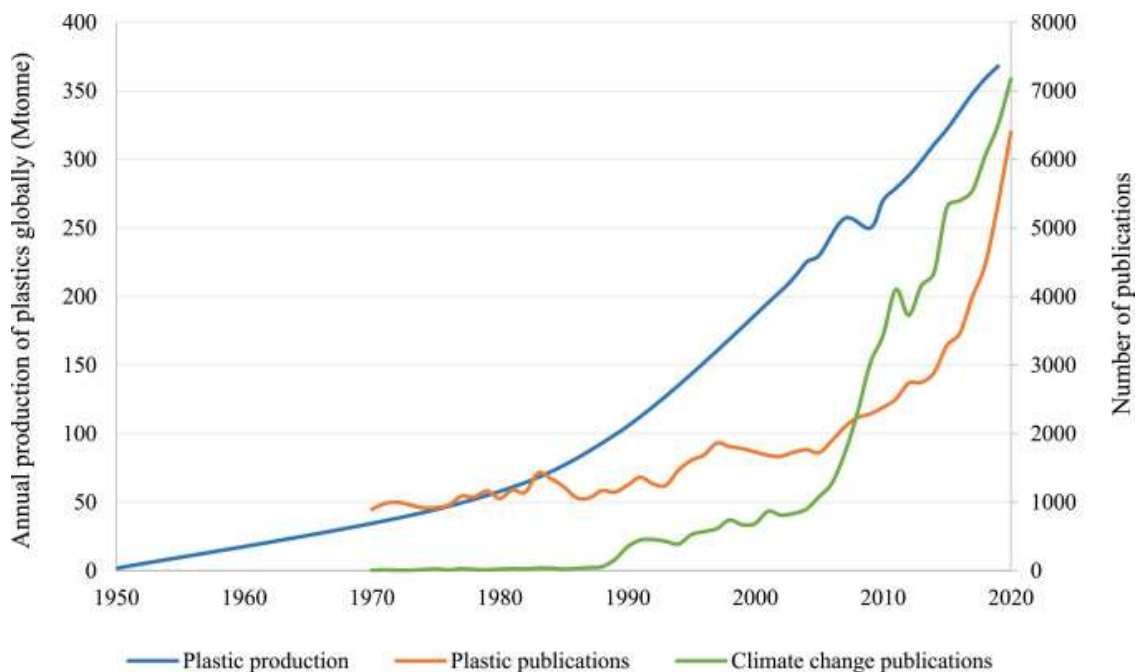
- Caracterizar detalladamente los residuos plásticos no aprovechados en la Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A.
- Analizar las causas por las que no están siendo aprovechados una parte de los residuos plásticos generados en la empresa.
- Plantear oportunidades de mejora para disminuir los embalajes plásticos de las materias primas entregadas por los proveedores.

### 3. Marco teórico

Los plásticos son materiales que se encuentran en gran variedad de aplicaciones, son utilizados en sectores como el envasado de alimentos, la agricultura, la construcción, entre otros sectores que buscan los beneficios de estos polímeros, ya que son materiales económicos, duraderos, ligeros y polivalentes. Esto favorece a que la gestión de este residuo continúe siendo un reto a nivel mundial, prueba de esto es que, de los residuos plásticos generados hasta la actualidad, el 78% se han eliminado en vertederos o en el medio ambiente, por lo tanto, es esencial gestionar eficientemente los residuos plásticos para construir ciudades verdaderamente sostenibles. (Geyer et al., 2017).

En la *figura 1* se puede evidenciar que desde finales de la Segunda Guerra Mundial hasta hoy en día la producción de productos plásticos no ha parado de incrementar, sobrepasando los 350 millones de toneladas en el año 2020, duplicando su producción en los últimos 20 años aproximadamente.

**Figura 1**  
*Producción de plásticos desde el año 1950, hasta el 2020.*



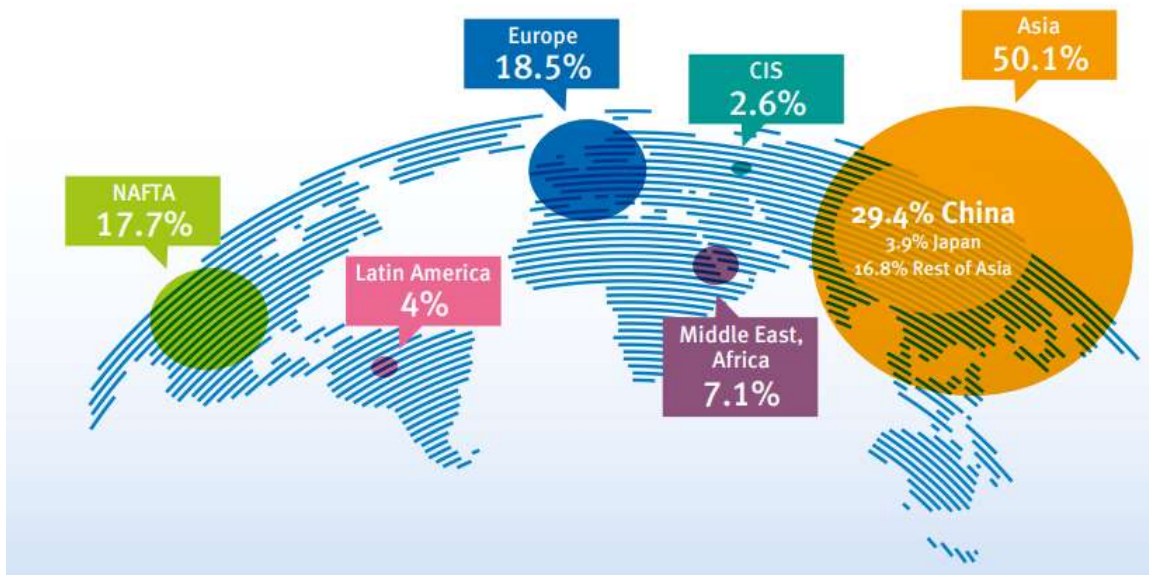
Fuente: Tomado de Horton (2022).

Con el aumento exponencial de la producción de los materiales plásticos, es importante comprender cuales son las regiones con mayor producción de este material a nivel mundial,

como se evidencia en la *figura 2*, según datos del año 2018, el continente asiático es el mayor productor de plásticos en la actualidad, teniendo el 50,1% de participación y siendo China el país de esta parte del mundo con mayor producción con una participación del 29,4%. Los continentes que siguen encabezando la lista de mayores productores de productos plásticos son América y Europa, con 21,7% y 18,5% respectivamente.

**Figura 2**

*Porcentaje de participación en la producción de productos plásticos a nivel continental.*



*Fuente:* Tomado de PlasticsEurope (2018).

Aunque América Latina no posee uno de los mayores porcentajes de participación en la producción de productos plásticos, la industria del plástico en Colombia tiene gran importancia, la cual ha promediado un crecimiento del 7% anual, posicionándose en las últimas 3 décadas como la actividad manufacturera más dinámica del país. Por ende, la problemática de los residuos ha venido en aumento en nuestro país paralelamente al incremento en la producción de este material y una de las problemáticas con mayor relevancia relacionadas a los residuos plásticos es la disposición final, la cual en la mayoría de municipios Colombianos se da principalmente en botaderos a cielo abierto, el uso desmedido de la disposición de los residuos sólidos en estos vertederos informales se ha favorecido en Colombia por: La falta de aplicación de tecnologías alternativas para la gestión final de los residuos, carencia de recursos financieros en los municipios del país, escasos de empresas enfocadas en otras alternativas para el manejo

de residuos sólidos, falta de coordinación entre las instituciones encargadas de la gestión de los residuos sólidos, entre otros (MAVDT, 2004).

Debido a la importancia de los residuos plásticos en la actualidad de Colombia, se han implementado políticas públicas en relación con estos residuos y el manejo de los residuos sólidos en general, de las cuales se hará una breve descripción a continuación.

**Tabla 1**

*Normativa relacionada con los residuos plásticos en Colombia.*

Norma	Entidad emisora	Descripción
Decreto 2104 de 1983	Ministerio de Salud	Reglamenta parcialmente Decreto - Ley 2811 de 1974 y la Ley 9 de 1979 en cuanto a residuos sólidos. Define la terminología técnica relacionada con residuos sólidos. Contiene normas sanitarias aplicables al almacenamiento, presentación, recolección, transporte, transferencia, transformación y disposición sanitaria de los residuos sólidos.
Decreto 1713 de 2002	El presidente de la república de Colombia	En este decreto el estado Colombiano adopta medidas para reglamentar el aprovechamiento y valorización de los residuos sólidos.
Resolución 1045 de 2003	Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT	Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, se toman otras y una serie de disposiciones a nivel legal que impulsan la separación en la fuente de los diferentes tipos de residuos domiciliarios, la recolección selectiva de los residuos, la existencia de centros de acopio y el fomento de las actividades propias de la recuperación de los residuos como el reciclaje y el compostaje.
Resolución 4143 del 2012:	Ministerio de Salud y Protección Social.	En esta resolución se determina que los insumos plásticos recuperados que provienen de material de descarte industrial que se encuentren contaminados, así como envases plásticos recuperados que tuvieron contacto con otros productos y pretendan emplearse para la elaboración de nuevos envases de alimentos y bebidas, deben ser sometidos a técnicas de descontaminación que garanticen el grado alimentario de los materiales que serán utilizados como materia prima para la fabricación de nuevos envases.
Resolución 1407 de 2018	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.	Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones.
Ley 2232 de 2022	Congreso de la República.	Busca reducir la producción y consumo de plásticos de un solo uso estableciendo nuevos requisitos legales para productores, comercializadores y usuarios.

Fuente: Elaboración propia

Para comprender con mayor exactitud la problemática de los residuos plásticos, es necesario hacer énfasis en la clasificación de estos polímeros y cuáles son sus principales características. Según González-Viñas & Mancini (2003), existen tres grandes grupos en los que se clasifican los plásticos, los cuales son los termostables o termo rígidos, los elastómeros y los termoplásticos, de estos grandes grupos los dos primeros son difíciles de reciclar, mientras que los termoplásticos pueden ser reciclados fácilmente, pero van perdiendo sus propiedades, por lo cual no pueden ser reciclados más de 5 a 7 veces. Aunque, se debe recordar que el reciclaje de plásticos tiene restricciones, dentro de las limitaciones, está que no todos los plásticos son reciclables, además, no solamente los elastómeros y los termo rígidos presentan limitantes, también, los termoplásticos comúnmente no son reciclados si están tan contaminados, que es más costoso limpiarlos que botarlos.

De acuerdo con MAVDT (2004), para la identificación del tipo de material plástico utilizado para la fabricación de los productos, se estableció un sistema de codificación de envases plásticos ideado por la Sociedad de la Industria de Plásticos (SPI) en el año 1988, el cual es usado internacionalmente, con la finalidad de facilitar la separación, recuperación y reciclaje de las distintas resinas plásticas. El símbolo universal del reciclaje se basa en tres flechas que forman un triángulo con un número del 1 al 7 al interior del triángulo y letras en la base, donde el número y las letras dan información de la resina utilizada.

**Figura 3**  
*Sistema de codificación de envases plásticos.*

Tereftalato de Polietileno PET	Polietileno de alta densidad PEAD	Policloruro de vinilo PVC	Polietileno de baja densidad PEBD	Polipropileno PP	Poliestireno PS	Otros
						

*Fuente:* MAVDT (2004).

El sistema de codificación de envases plásticos está comprendido por las siguientes resinas: PET, PEAD, PVC, PEBD, PP, PS y otros (MAVDT, 2004).

PET: El PET está constituido de petróleo crudo, gas y aire. Un kilo de PET es 64% de petróleo, 23% de derivados líquidos del gas natural y 13% de aire. La combinación del ácido tereftálico y el etilenglicol produce como resultado el PET. Se usa para la fabricación de botellas de gaseosas, agua, aceite y vinos; envases farmacéuticos; tejas; películas para el empaque de alimentos, entre otros.



PEAD: El polietileno se produce a partir del etileno derivado del petróleo o gas natural. El etileno se somete en un reactor a un proceso de polimerización. Dependiendo de las condiciones del proceso de fabricación existen variedades de polietileno, entre ellas está el polietileno de alta densidad. El cual se usa principalmente para la fabricación de tuberías, embalajes, láminas industriales, tanques, bidones, canastas o cubetas para alimentos, entre otros.

PVC: El PVC es considerado el termoplástico más versátil. En su composición están presentes tres elementos naturales: carbono e hidrógeno, en forma de etileno, derivado del petróleo o gas, y cloro, obtenido a partir de la sal común. Se usa para la fabricación de tuberías y accesorios para sistemas de suministro de agua potable, riego y alcantarillado; ductos, canaletas de drenaje y bajantes; componentes para la construcción, vallas publicitarias, tarjetas bancarias, entre otros.

PEBD: El PEBD igual que el PEAD se produce a partir del etileno derivado del petróleo o gas natural. El polietileno de baja densidad se usa principalmente para la fabricación de películas para envolver productos, películas para uso agrícola, láminas adhesivas; botellas y recipientes varios; tuberías de irrigación y mangueras de conducción de agua; bolsas y sacos, tapas, juguetes; revestimientos; contenedores flexibles

PP: El polipropileno es un hidrocarburo que pertenece a la familia de las poliolefinas y es producido a través de la polimerización del propileno. Se usa para la fabricación de película para empaques flexibles, bolsas en general, fibra textil, zuncho, muebles plásticos, utensilios domésticos, geotextiles, mallas plásticas, carcasas de baterías, vasos desechables, entre otros.

PS: El poliestireno es el polímero resultante de la síntesis orgánica entre el etileno y el benceno. Se usa para la fabricación de envases y empaques, también se usa para fabricación de elementos para equipos eléctricos y electrodomésticos, para aplicaciones en la industria farmacéutica, accesorios médicos, juguetería y recipientes de cosméticos, elementos en la industria de la construcción, entre otros.

Otras resinas: Policarbonato (PC), Acrilonitrilo Butadieno Estireno (ABS), Estireno Acrilonitrilo (SAN), Poliamida (PA), Nylon, Acetatos. Los cuales se usan para fabricar botellones de agua, discos compactos, carcasas para computadores y equipos de tecnología, envases para alimentos, entre otros.

Existen ciertas técnicas utilizadas para gestionar los residuos plásticos, entre las cuales están el reciclaje, la disposición en vertederos, la descomposición térmica, la pulverización mecánica, la incineración, y la descomposición microbiológica. Según estadísticas del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente sólo se recupera el 21% de los residuos plásticos

generados, entre este porcentaje las técnicas de incineración y reciclaje constituyen el 12% y el 9% respectivamente, por lo tanto, el resto de los plásticos generados son depositan en vertederos (Kalali et al., 2023).

El reciclaje constituye una forma de aprovechamiento de los materiales contenidos en objetos que, por diversas causas, han sido desechados y que mediante transformación industrial o artesanal pueden obtener un nuevo valor. Además, favorece la disminución de la cantidad de materiales que va a acumularse como residuos ordinarios (Curcio et al., 2015; ADAN, 1999). El reciclaje es una de las acciones más importantes disponibles actualmente para reducir los impactos de la industria del plástico y representa una de las áreas más dinámicas de esta industria en la actualidad. Además, ofrece oportunidades para disminuir el uso de petróleo y las emisiones de dióxido de carbono (Hopewell et al., 2009).

Los diferentes métodos de reciclaje de plásticos son: reciclaje primario, reciclaje secundario, reciclaje terciario y reciclaje cuaternario (Arandes et al., 2004).

Reciclaje primario: Consiste en operaciones mecánicas para obtener un producto de similares características que el producto original. Este tipo de reciclaje se aplica para el aprovechamiento de recortes de las plantas de producción y transformación, permitiendo reaprovechar residuos limpios, disminuyendo la necesidad de materias primas.

Reciclaje secundario o mecánico: En esta categoría los desechos son convertidos mediante tratamientos térmicos en productos de diferentes formas y con mayor espectro de aplicaciones, las cuales son diferentes a las del plástico original. Esta es la tecnología es la más usada hasta ahora.

Reciclaje terciario: Este tipo de reciclaje descompone químicamente el material, por lo cual, los nuevos elementos pueden ser materias primas integrables para la fabricación de plásticos, también, pueden utilizarse como combustibles o incorporarse en otras rutas de la industria química.

Reciclaje cuaternario: Este tipo de reciclaje consiste en la incineración para recuperar energía.

El método más utilizado para el reciclaje de residuos plásticos en Colombia es el reciclaje secundario o mecánico, además de este método, en el país también se implementa el reciclaje químico, pero en un bajo porcentaje, además, el reciclaje cuaternario el cual consiste en la recuperación de energía mediante incineración se está evaluando para ciertos plásticos que tienen trazas de agroquímicos (MAVDT, 2004).

Para la identificación del potencial de reciclaje, de tratamiento y las opciones de disposición final de los residuos, es de suma importancia realizar caracterizaciones detalladas de residuos sólidos, las cuales deben adaptarse a las condiciones locales para cada caso (PNUMA, 2016). Con el objetivo de mejorar los índices de aprovechamiento de los residuos plásticos en la Compañía de Alimentos Colombianos CALCO se realizó un diagnóstico y una caracterización detallada de estos residuos para posteriormente analizar la implementación de estrategias que permitan reducir los embalajes plásticos que ingresan a la empresa y, además, maximizar la recuperación de estos residuos.

#### **4. Metodología**

La metodología empleada en este estudio se desarrolló en cuatro etapas, las cuales se presentan a continuación:

- Revisión bibliográfica sobre la problemática de los residuos plásticos, características principales y estudios de caracterización.
- Diagnóstico del manejo de los residuos plásticos.
- Caracterización y clasificación de los residuos plásticos.
- Búsqueda de estrategias para mejorar la gestión de los residuos plásticos no aprovechados dentro de la empresa.

##### **Revisión bibliográfica sobre la problemática de los residuos plásticos, características principales y estudios de caracterización.**

Dadas las características de la problemática global de los residuos plásticos, se realizó una revisión bibliográfica sobre la evolución de dicha problemática y además, para comprender los retos presentes en la gestión de este residuo, se realizó un rastreo de información sobre: Disposición final de los residuos plásticos, métodos de aprovechamiento de este residuo, sistema de clasificación de envases plásticos, normativa asociada a los residuos plásticos en Colombia, formas de agrupar los plásticos según sus principales características, entre otros. Además, se revisaron varios estudios sobre caracterización de residuos sólidos, los cuales se llevaron a cabo principalmente en sectores como el municipal, urbano e institucional. Debido a que estos estudios eran a gran escala, para simplificar la caracterización utilizaban métodos como el cuarteo, en el cual se homogenizan los residuos y se separan en 4 cuartos iguales, luego se realiza el análisis en solo dos cuartos y los otros se descartan del estudio. Por ende, para tener una mayor precisión en los resultados de esta investigación, se decidió realizar una caracterización y clasificación completa y detallada de los residuos plásticos no aprovechados en La Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A.

##### **Diagnóstico del manejo de los residuos plásticos.**

En esta etapa de la investigación se ejecutó el diagnóstico de la situación actual de los residuos plásticos en la empresa, se realizaron recorridos por las secciones productivas para identificar en cuales se generan residuos plásticos no aprovechados actualmente, además, se realizaron preguntas a los encargados de las secciones productivas y a las personas encargadas

de la gestión de los residuos aprovechables para conocer la razón por la cual estos plásticos no se estaban separando para un posterior aprovechamiento.

Con la información recolectada, conociendo el estado actual de los residuos plásticos generados en la Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. fueron definidas las secciones que iban a hacer parte de la caracterización realizada in situ en las instalaciones de la empresa. Por lo cual se definieron 11 zonas de estudio (Tabla 2 y Anexo 01).

**Tabla 2**

*Secciones seleccionadas para realizar la caracterización.*

NÚMERO DE LA SECCIÓN	NOMBRE DE LA SECCIÓN
1	HELADOS
2	PASTEURIZACIÓN DE HELADOS
3	CHOCOLATES
4	CREPES
5	ARTESANO
6	CONOS
7	FREÍDO
8	EMPAQUES
9	CAVA DE POLLO
10	CAVA DE CARNES
11	LAVADO DE FRUTAS Y VERDURAS
12	DESINFECCIÓN DE FRUTAS Y VERDURAS
13	COCINA DULCE
14	COCINA FRIA
15	MASAS
16	COCINAS CALIENTES
17	FORMULACIÓN DE SÓLIDOS
18	RECIBO
19	DESPACHO
20	COCINA COMEDOR

*Fuente:* Elaboración propia

### **Caracterización y clasificación de los residuos plásticos.**

Esta etapa de caracterización y clasificación consistió en estudios de cuantificación y análisis de los residuos plásticos no aprovechados en la compañía. Este estudio se realizó entre

los meses de mayo y junio del año 2023 y contó con una duración de 5 días en cada sección productiva.

La caracterización y la cuantificación de los plásticos se realizaron durante cinco días consecutivos, del día 30 de mayo al 3 de junio, el tamaño de la población fue definido como todos los residuos plásticos no aprovechados generados por cada una de las secciones productivas de la Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. durante una semana.

Diariamente se caracterizaron los residuos plásticos recolectados en la mañana siguiente a la fecha de generación, debido a que en este momento del día es posible obtener una muestra representativa de los residuos plásticos generados en las actividades diurnas y nocturnas de los procesos productivos en la planta de producción. Para la cuantificación se llevó a cabo el pesaje de los residuos generados utilizando una balanza digital portátil con capacidad de 50 kg.

Para obtener los datos de este estudio, se rotularon las bolsas de residuos ordinarios de cada sección productiva seleccionada. Al día siguiente entre las 6:00 AM y 8:00 AM se realizó la separación de los residuos plásticos de cada una de las bolsas anteriormente mencionadas, se agruparon según el tipo de plástico y se realizó el pesaje para obtener datos exactos sobre la cantidad de residuos plásticos generados en cada sección productiva.

Para identificar la resina plástica de la cual están conformados los plásticos caracterizados en la empresa, se siguió el sistema de codificación de envases plásticos impreso en la etiqueta de los empaques y para aquellos que no estaban identificados fueron analizados mediante la guía para identificación de las principales resinas plásticas de ACOPLASICOS.

### **Búsqueda de estrategias para mejorar la gestión de los residuos plásticos no aprovechados dentro de la empresa.**

En el proceso de identificar estrategias para el aprovechamiento de los residuos plásticos no aprovechados en la empresa, primero se analizan los resultados de las etapas de diagnóstico y caracterización, luego, con esta información se realiza la búsqueda de empresas gestoras que realicen la recolección de residuos plásticos con las características particulares de los generados en la compañía. Con esta información se conocen cuáles son los procesos que la empresa necesita implementar para que los gestores de residuos aprovechables puedan realizar la recolección de estos plásticos y posteriormente el aprovechamiento. Por último, para reducir la cantidad de residuos plásticos que se generan en la compañía, se identifican oportunidades de mejora para reducir los plásticos entregados por los proveedores en el embalaje de las materias primas.

## 5. Resultados y análisis

**Tabla 3**

Primer día de la caracterización de residuos plásticos realizada en La Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. realizada el día 30 de mayo.

DÍA 1			
SECCIÓN	RESIDUO	PESO RP POR DÍA (Kg)	PESO RP TOTALES (Kg)
HELADOS	BOLSAS YOGUR EN POLVO	0,48	6,602
	BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 1	3,397	
	BOLSAS AREQUIPE	2,725	
PASTEURIZACIÓN DE HELADOS	BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 2	9,58	9,58
CHOCOLATES	BOLSAS COBERTURA SABOR CHOCOLATE	1,21	1,21
CREPES	BOLSAS MACADAMIA	1,32	1,54
	BOLSA AZUCAR ITALIANA	0,22	
ARTESANO	BOLSAS TOFU	0,23	0,85
	BOLSAS DE FRUTAS Y VERDURAS	0,62	
CONOS	BOLSAS EMPAQUES MASA CONOS	0,23	0,23
FREÍDO	BOLSAS VERDURAS	1,71	1,71
EMPAQUES	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 1	3,775	28,224
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 2	5,215	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 3	5,125	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 4	4,805	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 5	4,203	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 6	5,101	
CAVA DE POLLO	BOLSAS EMPAQUE DE POLLO	22,965	22,965
CAVA DE CARNES	BOLSAS EMPAQUE DE CARNE	5,89	5,89
LAVADO DE FRUTAS Y VERDURAS	BOLSAS EMPAQUE DE FRUTAS Y VERDURAS	2,645	2,645
DESINFECCIÓN DE FRUTAS Y VERDURAS	BOLSAS EMPAQUE DE FRUTAS Y VERDURAS	0,63	0,63
COCINA DULCE	BOLSAS EMPAQUES FRUTAS	1,905	2,934
	BOLSAS HUEVO LIQUIDO PAUSTERIZADO	0,703	
	BOLSAS LECHE CONDENSADA	0,326	
COCINA FRIA	BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 1	0,915	7,977
	BOLSAS LECHE CONDENSADA	0,438	
	EMPAQUE TAHINI	0,189	
	TARROS DE SALSAS	6,23	
	BOLSAS PLASTICAS	0,205	
MASAS	BOLSAS EMPAQUES MASA	3,215	4,327
	HUEVO LÍQUIDO PASTEURIZADO	1,112	
COCINAS CALIENTES	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 1	1,712	7,126
	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 2	1,721	
	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 3	1,868	
	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 4	1,825	
FORMULACIÓN DE SÓLIDOS	BOLSAS MANTEQUILLA	0,512	0,512
RECIBO	ZUNCHOS	0,673	0,673
DESPACHO	EMPAQUE BANDEJA PET RUGULA	0,615	0,615
COCINA COMEDOR	BOLSAS PULPA FRUTA	0,733	0,733
TOTAL DE RESIDUOS PLÁSTICOS NO APROVECHADOS (Kg) =			106,973

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 4**

*Segundo día de la caracterización de residuos plásticos realizada en La Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. realizada el día 31 de mayo.*

DÍA 2			
SECCIÓN	RESIDUO	PESO RP POR DÍA (Kg)	PESO RP TOTALES (Kg)
HELADOS	BOLSAS YOGUR EN POLVO	0,612	5,04
	BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 1	3,526	
	BOLSAS SALSAS DULCES	0,902	
PASTEURIZACIÓN DE HELADOS	BOLSA PISTACHOS	0,312	11,528
	BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 2	11,216	
CHOCOLATES	BOLSAS COBERTURA SABOR CHOCOLATE	2,032	2,032
CREPES	BOLSAS MASA	1,65	2,773
	BOLSAS MACADAMIA	1,123	
ARTESANO	BOLSAS TOFU	0,227	0,678
	BOLSAS DE FRUTAS Y VERDURAS	0,451	
CONOS	BOLSAS EMPAQUES MASA CONOS	0,323	0,323
FREÍDO	BOLSAS VERDURAS	1,831	1,831
EMPAQUES	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 1	4,275	26,28
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 2	4,011	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 3	4,554	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 4	4,215	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 5	4,512	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 6	4,713	
CAVA DE POLLO	BOLSAS EMPAQUE DE POLLO	25,47	25,47
CAVA DE CARNES	BOLSAS EMPAQUE DE CARNE	6,31	6,31
LAVADO DE FRUTAS Y VERDURAS	BOLSAS EMPAQUE DE FRUTAS Y VERDURAS	3,712	3,712
DESINFECCIÓN DE FRUTAS Y VERDURAS	BOLSAS EMPAQUE DE FRUTAS Y VERDURAS	0,512	0,512
COCINA DULCE	BOLSAS EMPAQUES FRUTAS	1,302	2,76
	BOLSAS HUEVO LIQUIDO PAUSTERIZADO	0,732	
	BOLSAS LECHE CONDENSADA	0,726	
COCINA FRIA	BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 1	1,115	10,335
	BOLSAS LECHE CONDENSADA	0,601	
	TARROS DE SALSAS	8,33	
	BOLSAS PLASTICAS	0,289	
MASAS	BOLSAS EMPAQUES MASA	3,782	4,723
	HUEVO LIQUIDO PASTEURIZADO	0,941	
COCINAS CALIENTES	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 1	2,146	8,54
	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 2	2,364	
	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 3	2,109	
	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 4	1,921	
FORMULACIÓN DE SÓLIDOS	BOLSAS MANTEQUILLA	0,492	0,492
RECIBO	ZUNCHOS	0,952	0,952
DESPACHO	-	0	0
COCINA COMEDOR	BOLSAS PULPA FRUTA	0,853	0,853
TOTAL DE RESIDUOS PLÁSTICOS NO APROVECHADOS (Kg) =			115,144

Fuente: Elaboración propia.



**Tabla 5**

*Tercer día de la caracterización de residuos plásticos realizada en La Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. realizada el día 1 de junio.*

DÍA 3			
SECCIÓN	RESIDUO	PESO RP POR DÍA (Kg)	PESO RP TOTALES (Kg)
HELADOS	BOLSAS PREGEL SABOR A YORGUR EN POLVO	0,522	6,808
	BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 1	4,335	
	BOLSAS SALSAS DULCES	1,951	
PASTEURIZACIÓN DE HELADOS	BOLSA PISTACHOS	0,22	13,74
	BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 2	13,52	
CHOCOLATES	BOLSAS COBERTURA SABOR CHOCOLATE	1,52	1,52
CREPES	BOLSAS MACADAMIA	1,112	1,292
	BOLSA AZUCAR ITALIANA	0,18	
ARTESANO	BOLSAS TOFU	0,17	0,601
	BOLSAS DE FRUTAS Y VERDURAS	0,431	
CONOS	BOLSAS EMPAQUES MASA CONOS	0,512	0,512
FREÍDO	BOLSAS VERDURAS	1,513	1,513
EMPAQUES	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 1	3,325	26,198
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 2	4,112	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 3	4,815	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 4	4,725	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 5	4,32	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 6	4,901	
CAVA DE POLLO	BOLSAS EMPAQUE DE POLLO	22,965	22,965
CAVA DE CARNES	BOLSAS EMPAQUE DE CARNE	5,921	5,921
LAVADO DE FRUTAS Y VERDURAS	BOLSAS EMPAQUE DE FRUTAS Y VERDURAS	3,125	3,125
DESINFECCIÓN DE FRUTAS Y VERDURAS	BOLSAS EMPAQUE DE FRUTAS Y VERDURAS	0,731	0,731
COCINA DULCE	BOLSAS EMPAQUES FRUTAS	1,508	2,966
	BOLSAS HUEVO LIQUIDO PAUSTERIZADO	0,932	
	BOLSAS LECHE CONDENSADA	0,526	
COCINA FRIA	BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 1	1,115	10,101
	BOLSAS LECHE CONDENSADA	0,304	
	TARROS DE SALSAS	8,33	
	BOLSAS PLASTICAS	0,352	
MASAS	BOLSAS EMPAQUES MASA	4,132	5,744
	HUEVO LIQUIDO PASTEURIZADO	1,612	
COCINAS CALIENTES	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 1	1,932	7,726
	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 2	2,431	
	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 3	1,678	
	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 4	1,685	
FORMULACIÓN DE SÓLIDOS	BOLSAS MANTEQUILLA	0,612	0,612
RECIBO	ZUNCHOS	0,723	0,723
DESPACHO	-	0	0
COCINA COMEDOR	BOLSAS PULPA FRUTA	0,73	0,73
TOTAL DE RESIDUOS PLÁSTICOS NO APROVECHADOS (Kg) =			113,528

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 6**

*Cuarto día de la caracterización de residuos plásticos realizada en La Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. realizada el día 2 de junio.*

DÍA 4			
SECCIÓN	RESIDUO	PESO RP POR DÍA (Kg)	PESO RP TOTALES (Kg)
HELADOS	BOLSAS PREGEL YOCOGEL SABOR A YORGUR EN PC	0,681	9,426
	BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 1	4,129	
	BOLSAS AREQUIPE	1,891	
	BOLSAS SALSAS DULCES	2,725	
PASTEURIZACIÓN DE HELADOS	BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 2	9,931	9,931
CHOCOLATES	BOLSAS COBERTURA SABOR CHOCOLATE	1,521	1,521
CREPES	BOLSAS MACADAMIA	1,973	2,504
	BOLSA AZUCAR ITALIANA	0,531	
ARTESANO	BOLSAS TOFU	0,351	1,171
	BOLSAS DE FRUTAS Y VERDURAS	0,82	
CONOS	BOLSAS EMPAQUES MASA CREPES	0,311	0,311
FREÍDO	BOLSAS VERDURAS	0,891	0,891
EMPAQUES	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 1	4,119	27,077
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 2	3,981	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 3	4,712	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 4	4,301	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 5	4,513	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 6	5,451	
CAVA DE POLLO	BOLSAS EMPAQUE DE POLLO	21,141	21,141
CAVA DE CARNES	BOLSAS EMPAQUE DE CARNE	5,972	5,972
LAVADO DE FRUTAS Y VERDURAS	BOLSAS EMPAQUE DE FRUTAS Y VERDURAS	3,112	3,112
DESINFECCIÓN DE FRUTAS Y VERDURAS	BOLSAS EMPAQUE DE FRUTAS Y VERDURAS	0,813	0,813
COCINA DULCE	BOLSAS EMPAQUES FRUTAS	1,325	2,365
	BOLSAS HUEVO LIQUIDO PAUSTERIZADO	0,614	
	BOLSAS LECHE CONDENSADA	0,426	
COCINA FRIA	BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 1	1,512	9,273
	BOLSAS LECHE CONDENSADA	0,338	
	TARROS DE SALSAS	7,12	
	BOLSAS PLASTICAS	0,303	
MASAS	BOLSAS EMPAQUES MASA	5,1	6,212
	HUEVO LIQUIDO PASTEURIZADO	1,112	
COCINAS CALIENTES	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 1	2,12	9,374
	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 2	2,743	
	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 3	2,621	
	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 4	1,89	
FORMULACIÓN DE SÓLIDOS	BOLSAS MANTEQUILLA	0,712	0,712
RECIBO	ZUNCHOS	1,123	1,123
DESPACHO	EMPAQUE BANDEJA PET RUGULA	0,324	0,324
COCINA COMEDOR	BOLSAS FRUTA	1,129	1,129
TOTAL DE RESIDUOS PLÁSTICOS NO APROVECHADOS (Kg) =			114,382

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 7**

Quinto día de la caracterización de residuos plásticos realizada en La Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. realizada el día 3 de junio.

DÍA 5			
SECCIÓN	RESIDUO	PESO RP POR DÍA (Kg)	PESO RP TOTALES (Kg)
HELADOS	BOLSAS SABOR A YORGUR EN POLVO	0,412	5,877
	BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 1	3,352	
	BOLSAS SALSAS DULCES	2,113	
PASTEURIZACIÓN DE HELADOS	BOLSA PISTACHOS	0,413	12,316
	BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 2	12,316	
CHOCOLATES	BOLSAS COBERTURA SABOR CHOCOLATE	2,339	2,339
CREPES	BOLSAS MACADAMIA	1,331	1,331
	BOLSA AZUCAR ITALIANA	-	
ARTESANO	BOLSAS TOFU	0,52	1,111
	BOLSAS DE FRUTAS Y VERDURAS	0,591	
CONOS	BOLSAS EMPAQUES MASA CREPES	0,371	0,371
FREÍDO	BOLSAS VERDURAS	1,56	1,56
EMPAQUES	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 1	3,514	26,96
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 2	5,591	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 3	4,195	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 4	4,265	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 5	4,612	
	BOLSAS DE EMPAQUE COLABORADOR 6	4,783	
CAVA DE POLLO	BOLSAS EMPAQUE DE POLLO	28,179	28,179
CAVA DE CARNES	BOLSAS EMPAQUE DE CARNE	7,13	7,13
LAVADO DE FRUTAS Y VERDURAS	BOLSAS EMPAQUE DE FRUTAS Y VERDURAS	3,125	3,125
DESINFECCIÓN DE FRUTAS Y VERDURAS	BOLSAS EMPAQUE DE FRUTAS Y VERDURAS	1,123	1,123
COCINA DULCE	BOLSAS EMPAQUES FRUTAS	1,705	3,14
	BOLSAS HUEVO LIQUIDO PAUSTERIZADO	0,803	
	BOLSAS LECHE CONDENSADA	0,632	
COCINA FRIA	BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 1	0,753	9,312
	BOLSAS LECHE CONDENSADA	0,621	
	EMPAQUE TAHINI	0,301	
	TARROS DE SALSAS	7,236	
	BOLSAS PLASTICAS	0,401	
MASAS	BOLSAS EMPAQUES MASA	4,315	5,906
	HUEVO LIQUIDO PASTEURIZADO	1,591	
COCINAS CALIENTES	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 1	2,163	9,316
	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 2	2,521	
	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 3	2,891	
	BOLSAS RESIDUOS COMIDA EN COCINA 4	1,741	
FORMULACIÓN DE SÓLIDOS	BOLSAS MANTEQUILLA	0,613	0,613
RECIBO	ZUNCHOS	0,738	0,738
DESPACHO	EMPAQUE BANDEJA PET RUGULA	0,451	0,451
COCINA COMEDOR	BOLSAS PULPA FRUTA	0	0
TOTAL DE RESIDUOS PLÁSTICOS NO APROVECHADOS (Kg) =			120,898

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 8**

*Tabla en la cual se promedia el pesaje de los residuos plásticos generados diariamente por cada sección productiva.*

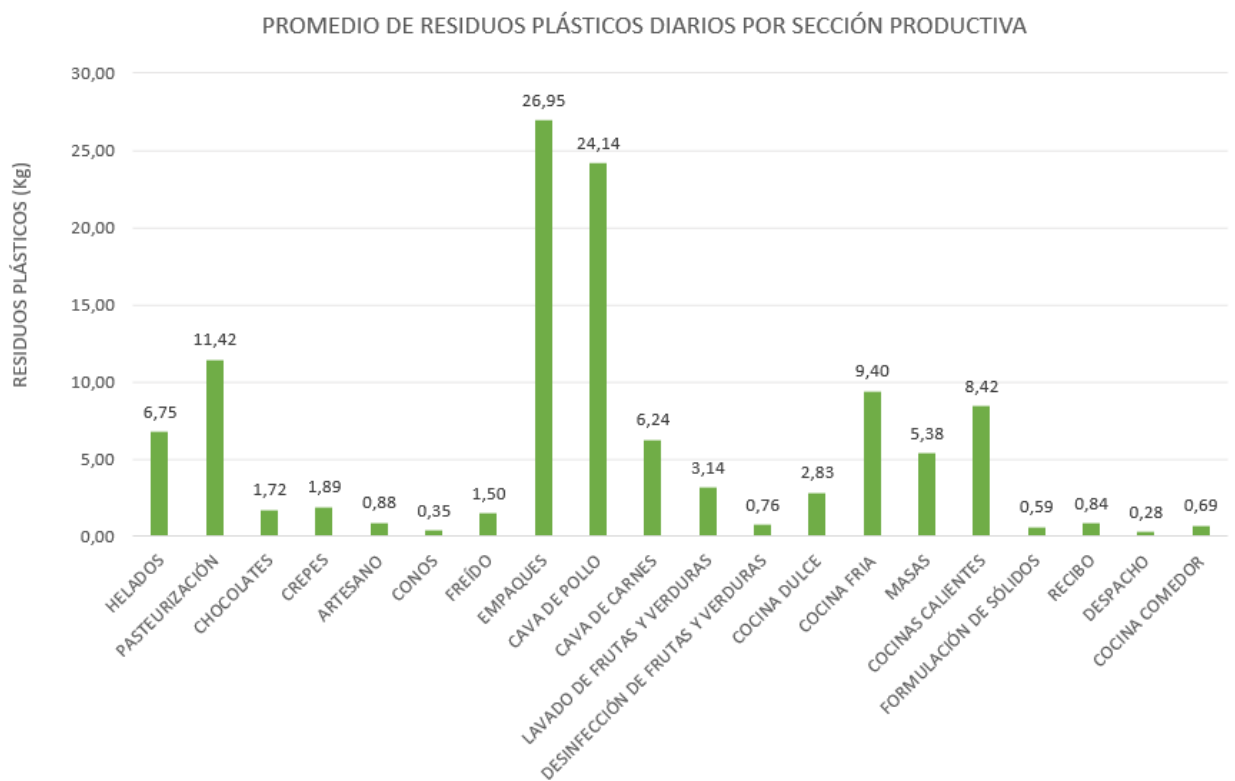
NÚMERO DE LA SECCIÓN	SECCIÓN	PROMEDIO (Kg)
1	HELADOS	6,7506
2	PAUSTERIZACIÓN	11,419
3	CHOCOLATES	1,7244
4	CREPES	1,888
5	ARTESANO	0,8822
6	CONOS	0,3494
7	FREÍDO	1,501
8	EMPAQUES	26,9478
9	CAVA DE POLLO	24,144
10	CAVA DE CARNES	6,2446
11	LAVADO DE FRUTAS Y VERDURAS	3,1438
12	DESINFECCIÓN DE FRUTAS Y VERDURAS	0,7618
13	COCINA DULCE	2,833
14	COCINA FRIA	9,3996
15	MASAS	5,3824
16	COCINAS CALIENTES	8,4164
17	FORMULACIÓN DE SÓLIDOS	0,5882
18	RECIBO	0,8418
19	DESPACHO	0,278
20	COCINA COMEDOR	0,689
TOTAL DE RESIDUOS PLÁSTICOS NO APROVECHADOS (Kg) =		114,185

*Fuente:* Elaboración propia.

En la *tabla 7* se realizó el promedio del pesaje de los residuos plásticos no aprovechados encontrados diariamente en cada una de las secciones productivas seleccionadas para realizar el estudio.

**Figura 4**

*Pesaje promedio de los residuos plásticos generados diariamente por cada sección productiva.*



*Fuente:* Elaboración propia.

En la *figura 4* se observa que las secciones con mayor generación de residuos plásticos que no están siendo recolectados en la empresa para un posterior aprovechamiento son empaques y la cava de pollo con 26,95% y 24,15% respectivamente, entre las dos secciones se generan la mitad de estos residuos plásticos. Por el contrario, las secciones que poseen una menor participación son conos, despacho y formulación de sólidos.

**Tabla 9**

*Tipo de resinas plásticas con las cuales fueron fabricados los empaques plásticos encontrados en las secciones productivas de la empresa.*

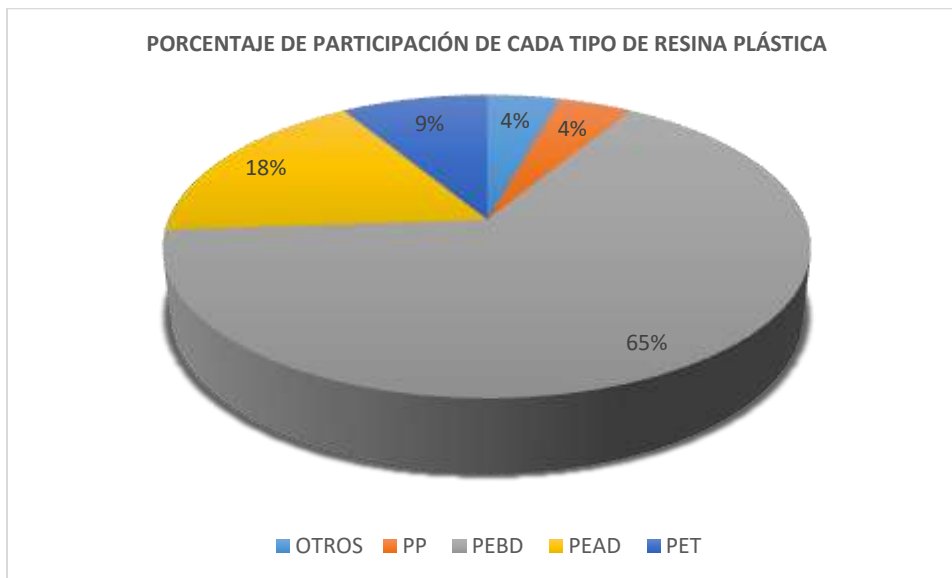
EMPAQUES PLÁSTICOS	TIPO DE RESINAS. P
BOLSAS SABOR A YORGUR EN POLVO	7
BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 1	4
BOLSAS AREQUIPE	2
BOLSAS SALSAS DULCES	4
BOLSA PISTACHOS	4
BOLSAS CREMA DE LECHE MARCA # 2	4
BOLSAS COBERTURA SABOR CHOCOLATE	4
BOLSAS MACADAMIA	4
BOLSAS TOFU	4
BOLSAS DE FRUTAS Y VERDURAS	4
BOLSAS DE EMPAQUE	2
BOLSAS EMPAQUE DE POLLO	4
BOLSAS EMPAQUE DE CARNE	4
BOLSAS HUEVO LIQUIDO PAUSTERIZADO	2
BOLSAS LECHE CONDENSADA	4
TARROS DE SALSAS	1
BOLSAS EMPAQUES MASA	4
HUEVO LIQUIDO PASTEURIZADO	2
BOLSAS RESIDUOS COMIDA	4
BOLSAS MANTEQUILLA	4
ZUNCHOS	5
EMPAQUE BANDEJA PET RUGULA	1
BOLSAS PULPA FRUTA	4

*Fuente:* Elaboración propia.

Los diferentes empaques plásticos que fueron encontrados en las instalaciones de la compañía se analizaron para conocer cuál era el tipo de material plástico utilizado para la fabricación de cada empaque, para así saber que tan viable es su aprovechamiento. Gran parte de los empaques traían en su etiqueta el tipo de resina plástica con la cual fue producido el material, basado en el sistema de codificación de envases plásticos, los demás plásticos fueron analizados mediante la guía para identificación de las principales resinas plásticas de ACOPLASICOS, la cual se basa principalmente en 3 pruebas que permiten identificar cada tipo de resina conociendo su aspecto inicial, la capacidad de flotabilidad y una prueba de combustibilidad (ACOPLASTICOS, s.f).

**Figura 5**

*Porcentaje de participación de cada tipo de resina plástica en los empaques plásticos analizados en la caracterización.*



*Fuente:* Elaboración propia.

En la figura 5 es posible observar que el mayor porcentaje de participación de cada tipo de resina o material plástico corresponde al polietileno, entre el polietileno de baja densidad y el polietileno de alta densidad representan el 83% de participación.

En la caracterización de residuos plásticos no aprovechados en la Compañía de Alimentos Colombianos CALCO S.A. se evidenció que la mayor cantidad de residuos dispuestos como residuos ordinarios eran residuos plásticos que no están siendo recolectados debido a su nivel de suciedad, ya que la mayoría de los residuos plásticos generados en la empresa contienen trazas de alimentos y humedad, por lo cual se dificulta la recolección de estos residuos por parte de las empresa encargadas, además, las que realizan la recolección de estos plásticos sucios, indican que se podría realizar la recolección, pero por temas logísticos no sería viable la recolección diaria de estos residuos, por lo tanto se tendrían que almacenar estos residuos por algunos días y la cantidad de residuos plásticos no aprovechados que son generados sobrepasa la capacidad del espacio destinado para el almacenamiento de residuos. Por lo tanto, hay dos opciones para aumentar la viabilidad de la recuperación de los residuos plásticos no aprovechados dentro de la empresa:

1. Realizar el lavado y secado de los residuos plásticos sucios, para que la empresa que actualmente se encuentra encargada de realizar la recolección de los residuos aprovechables, también realice la recolección de los residuos plásticos que no se están recuperando actualmente. Para el lavado de estos residuos existen maquinas especializadas, por lo tanto, se recomienda a la empresa adquirir una maquina lavadora manual de material plástico para mejorar en la gestión de este residuo.

2. Adquirir una máquina compactadora de residuos, con esta máquina sería posible aumentar la capacidad de almacenamiento de los residuos plásticos que actualmente no son aprovechados en la empresa, con el objetivo de que sean recolectados por las empresas que realizan la recolección de los residuos plásticos sucios.

Para reducir los plásticos que ingresan a la compañía en el embalaje de las materias primas entregadas por los proveedores, se planearon reuniones con los directivos de la empresa para analizar la viabilidad, debido a que es importante continuar en la búsqueda para reducir la generación de estos residuos en la empresa, lo cual puede lograrse buscando proveedores que utilicen materiales más sostenibles e incentivando a los proveedores actuales para que mejoren sus procesos, como ocurrió con un proveedor de champiñones, este hacía entrega de los champiñones en pequeñas cantidades y en bandejas plásticas, ahora realiza las entregas de la materia prima en canastas grandes, por lo que ya no es necesario el uso de plástico en la entrega. Por ende, se recomienda que los proveedores realicen entregas reduciendo al máximo la cantidad de residuos de embalaje o utilizando empaques más sostenibles, sin disminuir la inocuidad de los productos.

La cooperativa encargada de recolectar el reciclaje en la empresa no realiza la recolección de plásticos con trazas de alimentos, pero existen cooperativas como Coodexin que realizan el lavado de los plásticos y podrían realizar la recolección de estos en la compañía.



## 6. Conclusiones

- De los diferentes empaques plásticos encontrados en la caracterización realizada en la empresa, el 65% son fabricados a partir de polietileno de baja densidad (PEBD), el 18 % fueron producidos a partir de polietileno de alta densidad (PEAD), el 9% a partir de PET, el 4% a partir de polipropileno (PP) y el 4% restante a partir de otros tipos de resinas. Por lo tanto, el PEBD, el PEAD, el PET y el PP son los principales materiales plásticos de los cuales están fabricados los empaques plásticos encontrados en la compañía, estas resinas hacen parte del grupo de plásticos que se puede reciclar con mayor facilidad, los termoplásticos, por lo tanto, esto facilita el aprovechamiento de los residuos plásticos generados en la empresa.
- La mayor cantidad de materia prima utilizada en la empresa está empaquetada en plástico, con este estudio fue posible evidenciar las grandes cantidades de residuos plásticos generados diariamente, siendo el 3 de junio el día que se cuantificaron la mayor cantidad de plásticos en este estudio (120,898 Kg). Esto fue el resultado de la generación realizada por la producción del día 2 de junio, el aumento es causado porque los días viernes hay mayor producción en la empresa debido a que los fines de semana hay mayor demanda de materias primas en los puntos de venta.
- Es posible mejorar en la gestión de los residuos plásticos dentro de la compañía implementando algunas acciones como: Cambiar de empresa recolectora de residuos aprovechables por una que recupere residuos plásticos sucios, realizar el lavado de los residuos plásticos sucios para que sea recolectado por la cooperativa actual, adquirir una maquina compactadora para aumentar la capacidad de almacenamiento de estos residuos y entregarlos cada cierto tiempo a cooperativas que por términos logísticos no pueden recolectar diariamente, implementar estrategias para reducir los plásticos que ingresan a la compañía en el embalaje de las materias primas entregadas por los proveedores, entre otros.

## 7. Referencias

- ACOPLASTICOS. (s.f.). Guía para identificación de las principales resinas plásticas.  
<https://www.acoplasticos.org/guia2/>
- Arandes, J., Bilbao, J., & López, D. (2004). Reciclado de residuos plásticos. *Revista Iberoamericana de polímeros*, 5(1), 28-45.
- Bernache-Pérez, G., Sánchez-Colón, S., Garmendia, A. B., Dávila-Villarreal, A., & Sánchez Salazar, M. T. (2001). Solid waste characterisation study in the Guadalajara Metropolitan Zone, Mexico. *Waste Management & Research*, 19(5), 413-424.  
<https://doi.org/10.1177/0734242x0101900506>
- Chandran, M., Tamilkolundu, S., & Murugesan, C. (2020). Conversion of plastic waste to fuel. In *Plastic waste and recycling* (pp. 385-399).
- Crepes&Waffles. (2021). Crepes&Waffles, Empresa B Certificada ® desde el 2016. Crepes & Waffles. <https://crepesywaffles.com/blog/crepeswaffles-empresa-b-certificada-r-desde-el-2016>
- Curcio, A. R., Blanco, N. P., & Gil, R. (2015). El reciclaje como alternativa de manejo de los residuos sólidos en el sector minas de Baruta, Estado Miranda, Venezuela. *REVISTAS DE INVESTIGACIÓN*, 39(86), 157-170. <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376144131008.pdf>
- European Commission, A. (2018). A European strategy for plastics in a circular economy. *Eur. Com.*, 51, 12246.
- Geyer, R., Jambeck, J., & Law, K. L. (2017). Production, use, and fate of all plastics ever made. *Science Advances*, 3(7). <https://doi.org/10.1126/sciadv.1700782>
- GONZÁLEZ-VIÑAS, W.; MANCINI, H.L. 2003. *Ciencia de los Materiales*. Ariel. 240

Hopewell, J., Dvorak, R., & Kosior, E. (2009). Plastics recycling: challenges and opportunities. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2115-2126. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0311>

Horton, A. A. (2022). Plastic pollution: When do we know enough? *Journal of Hazardous Materials*, 422, 126885. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126885>

Kalali, E. N., Lotfian, S., Shabestari, M. E., Khayatzaheh, S., Zhao, C., & Nezhad, H. Y. (2023). A critical review of the current progress of plastic waste recycling technology in structural materials. *Current opinion in green and sustainable chemistry*, 40, 100763. <https://doi.org/10.1016/j.cogsc.2023.100763>

Kan, M., & Miller, S. A. (2022). Environmental impacts of plastic packaging of food products. *Resources, Conservation and Recycling*, 180, 106156. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106156>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial. (2014). Principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y Manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post-consumo. <https://redjusticiaambientalcolombia.files.wordpress.com/2012/09/guias-ambientales-sector-plc3a1sticos.pdf>

PlasticsEurope (2018). Plastics—the facts 2018. An analysis of European plastics production, demand and waste data. PlasticEurope <https://plasticseurope.org/wp-content/uploads/2021/10/2018-Plastics-the-facts.pdf>