

**APROVECHAMIENTO DE LA SEÑALIZACIÓN PLÁSTICA EN UN PROYECTO
VIAL EN SANTANDER**

HANS VÉLEZ LONDOÑO

YEIMY JOHANNA GOMEZ JAIMES

Monografía para Optar el título de Especialistas en Ingeniería Ambiental

Director
Guillermo Cardozo
Msc. Desarrollo Rural.

Universidad Industrial de Santander
Facultad de Ingenierías Físicoquímicas
Escuela de Ingeniería Química
Especialista en Ingeniería Ambiental
Bucaramanga
2018

DEDICATORIA

A Dios, por guiarnos hasta este punto, otorgándonos salud para lograr esta meta, además por su infinita bondad, sabiduría y amor.

A nuestros padres por ser el pilar fundamental en todo, en la educación, tanto académica, como de la vida, por su apoyo incondicional a través del tiempo. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ellos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por permitirnos llegar hasta esta etapa en nuestras vidas, dándonos salud, sabiduría y fortaleza para la culminación de este nuevo logro.

A nuestros Padres, que con su apoyo moral e incondicional nos facilitaron alcanzar esta meta propuesta en nuestras vidas.

Al Ingeniero Guillermo Cardozo Correa, por creer en nuestra propuesta y direccionarnos en el perfeccionamiento de la misma.

A la Corporación Colombia Recicla ESP de Lebrija, por compartirnos sus experiencias para el desarrollo de este proyecto, así mismo, a las demás empresas que contribuyeron en la conclusión de los objetivos planteados.

Al proyecto en donde laboramos por disponer de la información necesaria para el desarrollo de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
Introducción	13
1 Planteamiento del problema	14
2 Justificación	15
3 Objetivos.....	17
3.1 Objetivo General	17
3.2 Objetivos Específicos.....	17
4 Marco referencial.....	18
4.1 Marco teórico	18
4.1.1 Antecedentes.....	18
4.1.2 Residuos sólidos	21
4.2 Marco conceptual.....	25
4.3 Marco legal.....	26
5 Metodología.....	27
6 Resultados.....	29
6.1 Cantidades adquiridas	29
6.2 Cálculos.....	32
6.3 Encuestas.....	34
6.3.1 Aprovechamiento de la señalización	34
6.3.2 Interés en el aprovechamiento de señalización.....	35
6.3.3 Falencias en la iniciativa de aprovechamiento	36

6.3.4 Ventajas en el aprovechamiento	37
6.3.5 Decisión en incentivar el aprovechamiento	38
7 Conclusiones.....	39
8 Recomendaciones	40
Referencias bibliográficas	41
Apéndices	45

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Normatividad del aprovechamiento de residuos plásticos.....	26
Tabla 2	Adquisición de señalización	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Señalización deteriorada sobre la vía	21
Figura 2. Localización del proyecto. Nota: Consultoría Colombiana S.A	28
Figura 3. Masa, cantidades de la señalización usada	30
Figura 4. Masa porcentual de los polímeros presentes en la señalización	31
Figura 5. Aprovechamiento de señalización por las empresas encuestadas	34
Figura 6. Interés en el aprovechamiento de señalización.....	35
Figura 7. Identificación de falencias en el aprovechamiento	36
Figura 8. Identificación de las ventajas en el aprovechamiento de señalización.....	37
Figura 9. Disposición en incentivar el aprovechamiento de señalización	38

LISTA DE APÉNDICES

Apéndice A. Modelo de encuesta 45

Apéndice B. señalizacion triturada preparada para su fundicion..... 46

Apéndice C. incorporacion de señalizacion plastica al horno 46

Apéndice D. escritorio escolar elaborado con señalizacion plastica 47

RESUMEN

TÍTULO: APROVECHAMIENTO DE LA SEÑALIZACIÓN PLÁSTICA EN UN PROYECTOS VIAL EN SANTANDER*

AUTORES: HANS VELEZ LONDOÑO, YEIMY JOHANNA GOMEZ JAIMES**

PALABRAS CLAVE: APROVECHAMIENTO, PLÁSTICO, SEÑALIZACION, VIAL

DESCRIPCIÓN: El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de determinar las cantidades de señalización plástica empleadas en proyectos viales concesionados, las falencias en el aprovechamiento de estos residuos. De esta manera proporcionar la información necesaria para estudios posteriores, proponer medias que permitan que la actividad de aprovechamiento en los proyectos viales sea ejecutada, al igual las empresas que tienen como objeto económico el aprovechamiento de residuos plásticos identifiquen estos elementos de señalización como una oportunidad para incrementar su espectro de funcionamiento y de esta manera conlleve a la reducción de la carga en la disposición sobre los rellenos sanitarios y se incentive la sostenibilidad de las actividades constructivas de dichos proyectos de infraestructura vial.

Tomando como referente un proyecto vial en el departamento de Santander, se obtuvieron las cantidades de señalización adquirida y mediante la aplicación de encuestas a empresas comercializadoras, y dedicadas aprovechar este tipo de residuos plásticos para la formulación de las respectivas medidas.

El peso en señalización del proyecto base fue de 20,767 toneladas en sus 84,398 kilómetros de intervención; a su vez para los 48 proyectos carreteables en el país con 8679,18 kilómetros, se determinó un peso de 2135,606 toneladas. De las encuestas aplicadas, se identificaron los inconvenientes en orden de relevancia son; económica, transporte, insumos.

Finalmente se propuso medidas como; el uso de trituradoras, entrega de residuos a microempresas locales, fortalecimiento de su plan de manejo ambiental, entre otros.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Director. Guillermo Cardozo. Ingeniero Civil

ABSTRACT**TÍTULO:** USE OF PLASTIC SIGNAGE IN A ROAD PROJECTS IN SANTANDER ***AUTHORS:** HANS VELEZ LONDOÑO, YEIMY JOHANNA GOMEZ JAIMES ****KEYWORDS:** EXPLOITATION, PLÁSTIC, SIGNALING, VIAL

DESCRIPTION: The following paper has been done with the purpose of determining the quantities of plastic signs used in road concession projects and flaws for using or extend the lifespan of the waste. In this way, contributing with key information to develop future surveys, in order to aid with measures that allow to ease options in activities of sustainable well-use and lifespan extension of waste in road works, likewise, the companies that have as a primal economic activity the sustainable use of plastic waste, identifying these plastic signs elements as an opportunity of profit with a new functional spectrum, looking to reduce the plastic waste in landfills, encouraging the sustainable activities in road constructions projects.

Taking as a referent one road construction project in Santander, was possible to obtain quantities of plastic signs acquired for the develop process of the project, and through surveys with different associate companies that commercialize this kind of plastic products was possible to formulate different measures.

The weight of plastic signs of the project was 20,767 tons as a total of 84,398 kilometers of intervention, therefore, projecting the data, in a total of 48 road projects carry on the whole country with 8679,17 kilometers, was estimated a total weight of 2135,606 tons.

Finally, measures were proposed such as; the use of shredders, delivery of waste to local microenterprises, strengthening of its environmental management plan, among others.

* Bachelor Thesis

** Facultad de Ingenierías Físico-Químicas. Escuela de Ingeniería Química. Director. Guillermo Cardozo.
Ingeniero Civil

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la humanidad durante todos los siglos pasados, ha dado como resultado el avance de la industria, tecnología, este ha sido llevado a cabo mediante el uso de los recursos naturales. De todas las actividades ligadas a este progreso se generan residuos los cuales no son aprovechados y de esta manera se aumenta la contaminación, la carga sobre los sitios de disposición final, debido a la falta de conciencia ante el desarrollo sostenible de la economía.

Desde el año 1950 donde tuvo génesis el uso de los plásticos, desde este punto estos polímeros registraron un incremento en su uso, motivado por la facilidad en el transporte, costos de producción y ventajas en su moldeo, logrando así el desplazamiento de distintos materiales como el metal, madera, entre otros. Este uso desmesurado ha incrementado de igual manera la cuantía de residuos plásticos desechados, como la dependencia de los combustibles fósiles al ser la materia prima para la fabricación de dichos polímeros.

En el desarrollo colombiano, una de las áreas que ha sido intervenida es la interconexión vial con el fin de emitir facilidades en el transporte de insumos, alimentos, turismo, comunicación y aumentar el rendimiento en la distribución de los bienes de importación y exportación. El proceso de construcción de vías es necesario la implementación de señalización, con el fin de ofrecer seguridad y control a: empleados, maquinaria y personas que se movilizan en sus cercanías; dicha señalización es elaborada en plástico, la cual es inutilizada por su deterioro, convirtiéndose así en residuos, cuyas cantidades generadas no se encuentran documentadas como su aprovechamiento y la problemática inherente a esta actividad.

El estudio usará como referencia un proyecto vial en el departamento de Santander a partir de este se obtendrá la siguiente información; cantidades adquiridas en elementos de señalización

plástica, posibles cantidades reutilizadas de proyectos anteriores. Por otra parte, se aplicarán encuestas a empresas comercializadoras, aprovechadoras de esta señalización; adicionalmente se obtendrá datos acerca de otros proyectos viales; con estos insumos se busca inferir en la señalización plástica generada para todos los proyectos viales del país, de dichos sondeos se emitirá medidas para la promulgación de la actividad de aprovechamiento de estos residuos, al igual que su introducción en el mercado.

La consecución de este trabajo pretende; entregar mecanismos que sean adoptados por futuras empresas ejecutoras de proyectos viales y empresas encargadas del aprovechamiento de señalización, reducir la disposición final, vertimiento sobre el medioambiente y servir como base para la generación de estudios de valorización económica, implementación de tecnologías eficientes, programas de aprovechamiento de residuos en el sector industrial.

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El crecimiento demográfico, económico y productivo en el mundo, ha generado una problemática ambiental, debido a la generación de residuos sólidos resultantes del consumo humano en su diario vivir. Su bajo aprovechamiento ha generado el deterioro de los ecosistemas en donde se obtienen las materias primas usadas para la elaboración de los distintos bienes o servicios.

Para el año 2012 en el mundo se produjo 288 millones de toneladas de plástico (Pérez, 2014), en el país cerca del 60% son residuos orgánicos, 20% no reciclables y 20% de reciclables; dentro de este 20% se encuentra plástico, papel, cartón, entre otros. El proceso de aprovechamiento de los residuos plásticos no excede el 15%, es decir, gran parte de los residuos son llevados a

disposición final. Posiblemente se debe a una mala gestión de los residuos sólidos, falta de concientización en la población, líneas de mercado para los productos elaborados a partir de dichos residuos y la generación de políticas que incentiven estas prácticas.

La generación de residuos sólidos es quizás uno de los aspectos ambientales que hace presencia en todas las actividades económicas del ser humano. Estos productos se generan en diferentes cantidades dependiendo la magnitud de la actividad generadora, suelen ser de distintos materiales, con posibilidad para su aprovechamiento o disposición final.

En los últimos treinta años Colombia, ha incrementado su infraestructura vial como estrategia de progreso, a partir de las vías concesionadas (DNP, 2006); de esta actividad se identificó la generación de residuos plásticos provenientes de la señalización vial adquirida para su implementación en la etapa constructiva. De los elementos de señalización no se tiene gran conocimiento de la cantidad adquirida en las concesiones vigentes en el país, como de su aprovechamiento.

2 JUSTIFICACIÓN

La industria del plástico surgió durante la revolución industrial, llegando a desplazar la elaboración de productos a partir de madera, metal y fibras naturales con la desventaja de su baja calidad, frente a su alta capacidad para ser moldeado y rentabilidad económica de producción (Pérez, 2014).

Los problemas evidenciados en los rellenos sanitarios de Colombia, en donde se presentan problemas de capacidad, sanitarios, sociales y ambientales; a manera de ejemplo el relleno

sanitario doña Juana ubicado en la ciudad de Bogotá D.C, presenta inconvenientes por vectores, roedores, déficit de tratamiento de lixiviados y un caso de deslizamiento de desechos (Personería de Bogotá, 2006) (Procuraduría General de la Nación , 2009).

Por lo anterior, la señalización vial plástica desechada de los proyectos constructivos, estaría aportando un porcentaje considerable de residuos potencialmente aprovechables sobre los rellenos sanitarios o en áreas naturales cercanas a cada uno de los proyectos viales en su ejecución. Esta revisión será de beneficio para toda la población que reside en el área de influencia directa e indirecta en donde se desarrollan esta malla vial; servirá de apoyo para la identificación de las falencias, como las alternativas de solución e implementación a nivel económico, social, político, ambiental para cada una de las empresas ejecutoras de las obras, al igual de quienes se dedican al aprovechamiento de residuos plásticos, aportara información para cual no se disponía bibliografía alguna, ayudando así a la profundización de estudios de valorización, estudios técnicos de reciclaje, ampliación de la economía de los residuos aprovechables, entre otros.

De una concesión vial en el departamento de Santander, se busca cuantificar los residuos de señalización que se podría estar generando e identificar las ventajas y desventajas del aprovechamiento de los desechos de la señalización plástica implementada en su construcción. A partir de esta información se infiere en los residuos de señalización en las concesiones viales vigentes en el país, con el fin de proponer medidas, que contribuyan económicamente al proyecto constructivo, a las empresas dedicadas al aprovechamiento o producción de señalización vial y a la preservación del medio ambiente.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Estudiar el aprovechamiento de la señalización plástica en un proyecto vial de Santander

3.2 Objetivos Específicos

- Especificar las ventajas y desventajas del aprovechamiento de este tipo de productos
- Identificar las falencias en la introducción de estos productos al mercado.
- Proponer medidas para la integración de estos productos sostenibles en el mercado.

4 MARCO REFERENCIAL

4.1 Marco teórico

4.1.1 **Antecedentes.** En la respectiva revisión bibliográfica acerca de la actividad de aprovechamiento de señalización plástica en proyectos viales no se ha logrado encontrar información sobre esta temática que permita establecer una base de fundamento correspondiente al tema de estudio. A raíz de esto se consignará la información en materia de investigación y de aplicación que ofrezca similitud con el presente estudio desarrollado.

4.1.1.1 **Investigación.** (Val Melús, 1985), han estudiado la integración de residuos plásticos en mezclas bituminosas para la construcción de caminos, como resultados de esta investigación, obtuvieron que la resistencia mecánica de los materiales crecía de manera lineal junto con el aumento de la temperatura de mezclado y la compactación estática, la estabilización por el desecho plástico aumento la flexibilidad y tracción por lo cual presentan la oportunidad de ser aprovechadas frente a estabilizaciones de capas base. El uso de los residuos plásticos ofrece la posibilidad de ser empleados en capas de rodadura, debido a su estabilidad, flexibilidad y resistencia.

(Gaggino, Arguello, & Horacio, 2007), elaboraron con el reciclaje de plástico de envases, elementos a base de cemento, concluyendo así una ventaja económica a largo plazo, facilidad de cargue por menor peso y capacidad como aislante de temperatura, en contra parte su resistencia mecánica no se asemeja a la ofrecida por el concreto o derivados.

(Rubiano, y otros, 2013), realizan el estudio de la etimología del material plástico, sus aplicaciones, entre ellas la construcción de viviendas, reutilizando dicho plástico en tuberías, exteriores, como también usado en cercas como medida de aislamiento de los transeúntes.

(Silvestre, 2017), la investigación pretendía demostrar el mejoramiento del comportamiento de la capa asfáltica con plástico reciclado a comparación de una capa convencional, los ensayos realizados determinaron el aumento de las propiedades elásticas, rigidez, logrando el aumento a la deformación permanente, finalmente que el costo de producción por metro cubico de la capa asfáltica modificada con plástico PET era más rentable que el ensayo control.

Montenegro (2017), diseñó una guía técnica para el manejo de residuos sólidos en proyectos de infraestructura vial, en donde registro las actividades generadoras como la caracterización de los residuos resultantes de estas, resaltando que el residuo más abundante, es el plástico junto con la materia orgánica.

4.1.1.2 **Implementación** En España específicamente en Cataluña existe una empresa que se llama ZICLA, es una empresa especializada en productos reciclados y valorización de residuos. Crea productos innovadores, ambientalmente correctos y diferenciados de la competencia y, naturalmente, comercialmente viables.

Esta empresa se dedica a reciclar residuos de plástico como son: caucho y plásticos. Ejemplos de productos reciclados por la empresa ZICLA de España: 1) acústica (pantallas acústicas para carreteras), 2) edificación (tejas), 3) señalización (postes para señales de caminos), 4) tráfico (plataforma de autobús), 5) pavimentos (para parques infantiles), 6) maceteros, entre otros (Ramirez, Sierra, & Olvera, 2010).

Mediante el proceso de termo fusión, que realiza la unión de partículas de plástico obtenidas de la molienda de desechos reciclados, investigadores de la Universidad Autónoma Metropolitana, campus Azcapotzalco (UAM-A), en la Ciudad de México, lograron reducir en 40% el proceso de fabricación de bolardos o señales de tránsito/señalización vial. "Comúnmente la fabricación de este tipo de piezas requiere de un equipo muy robusto, así como de moldes cuyo costo oscila entre un millón y millón y medio de pesos mexicanos. Nosotros con una décima parte logramos generar el proceso y obtener productos conforme a la normatividad establecida y la demanda. Por ejemplo, el costo de fabricación de un bolardo tradicional se reduce en más de 40%", dijo a la Agencia Conacyt, Enrique Alarcón Jiménez, responsable del Laboratorio de Sistemas Productivos de la UAM-A.

Más de 90% de los componentes que se utilizan en el proceso son plásticos reciclados, derivados de bolsas plásticas, taparrosas y envases, juguetes, por lo que el producto final contiene de 95% a 98% de material reciclado y el restante corresponde a agregados requeridos para inducir los enlaces químicos, mediante el proceso de termofusión ("Tecnología del plástico", 2016).

En Colombia, existen variedades de empresas especializadas en el diseño y fabricación de perfiles y productos en plástico reciclado, ofreciendo soluciones para proyectos de cerramiento, señalización vial e infraestructura de todo tipo (INTERA, 2018). Antioquia uno de los departamentos en Colombia donde se logra reciclar más (BLUE-RADIO, 2015), y donde coexiste una gran cadena de reciclaje del plástico, existen empresas dedicadas a la transformación de elementos en base de plástico, tales como Danyplas, Inversiones Kdc, Mangueras y Maderas, Plásticos J.D., Plásticos Maya, Plastirios, B-Plast, Cooperativa De Excedentes Industriales-

Coodexin, Demaplast, Dorplast, Pellets, Plastipol, Precooperativa Conrecicladores, Recipol, Sc Recycling S.A. y Zaplás (Díaz, 2007).

4.1.2 Residuos sólidos. Los residuos sólidos son aquellos bienes o servicios que han sido elaborados para suplir una necesidad humana; que al satisfacerla serán desechados.

Un residuo es cualquier objeto, material, sustancia o elemento sólido resultante del consumo o uso de un bien en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios, que el generador abandona, rechaza o entrega y que es susceptible de aprovechamiento o transformación en un nuevo bien, con valor económico o de disposición final (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).



Figura 1 Señalización deteriorada sobre la vía

4.1.2.1 *Clasificación*

4.1.2.1.1 *Residuos sólidos según su estado.* Existen diferentes tipos de residuos considerando su estado físico; estos son, sólidos, líquidos y gaseosos (Barradas, 2009).

4.1.2.1.2 *Residuos según su origen.* Se agrupan por su procedencia química; orgánicos para aquellos que fueron elaborados a partir de un ser vivo o de transformación de combustibles fósiles, los inorgánicos han sido creados mediante compuestos sin vida, minerales, rocas, entre otros.

4.1.2.1.3 *Residuos sólidos según su fuente.* Dichos residuos provienen de diferentes actividades económicas. Estos se catalogan en:

- Residuos sólidos industriales: Son aquellos materiales, que han sido usados para la elaboración de un producto de manufacturación o de prestación de un servicio, se producen sistemáticamente en dirección a los requerimientos del mercado, esos materiales suelen ser empaques, insumos, materias intermedias sobrantes.
- Residuos sólidos hospitalarios: Proviene del sector de la salud, a su vez son considerados peligrosos debido a su riesgo biológico.
- Residuos de construcción: Este tipo de residuos son escombros, ladrillos o cualquier material que es generado de la demolición o producto de excavación, estos son considerados elementos inertes.
- Residuos de minería: Estos son básicamente residuos químicos, o tóxicos que son implementados para la depuración de la roca o separación de los minerales al suelo.

4.1.2.1.4 *Residuos sólidos según su manejo.* Existen residuos que, debido a sus características biológicas, físicas, químicas, por esto deben ser tratados de forma especial debido a su peligrosidad. Por otra parte, se encuentran residuos que no representan ningún riesgo para las personas.

4.1.2.2 *Aprovechamiento de los residuos sólidos.* Es el proceso en el cual los residuos sólidos seleccionados, separados, tratados, transformados en otros productos o en su defecto reutilizados con el fin de minimizar la demanda de recursos naturales, disminuir los costos de producción o reducir el costo de energía en su elaboración (Fernández, 2005). También se encuentra definido como el conglomerado de actividades encaminadas a realizar la recolección, transporte, y separación de los residuos sólidos objeto de reutilización, reciclaje o incineración para la generación de energía, compostaje u otra actividad que represente beneficios ambientales, sociales y económicos (Decreto Ley 1713 de 2002).

El proceso de aprovechamiento se limita a las siguientes acciones (Luna, 1996).

- Recolección: Este elemento primario en donde se captarán por medio de la empresa de aseo o empresas privadas con algún interés en un determinado tipo de residuo
- Selección: Mediante la ejecución de esta actividad se clasificarán los residuos sólidos que son objeto de reciclaje, para el posterior proceso productivo (Rivera, 2012).
- Recuperación: Iniciando este paso el material sufrirá una limpieza, adecuación que permita su posterior transformación
- Transformación: A partir de los residuos reciclados se elaborarán nuevos productos con las mismas características que uno manufacturado desde los insumos iniciales.

- Proceso de mercadeo: Se rige por la oferta-demanda de los diferentes sectores productivos a quienes interese.

4.1.2.3 *Plásticos según su estructura interna.* Los plásticos proceden de la nafta del petróleo (William, 1985), y que por medio de craqueo o reformado se obtienen los diferentes polímeros que serán usados como materia prima para la obtención de plástico (Universidad de Oviedo, 2018).

- Polietileno: Es un polímero con tendencia incolora (Mark, Bikales, Overberg, & Menges, 1986), elástico, e inerte; pueden existir cinco tipos de polietileno dependiendo la reacción y los catalizadores usados, estos son (Neves, 1999): Polietileno de alta densidad, polietileno de baja densidad, Polietileno lineal de baja densidad, Polietileno de ultra alto peso molecular y polietileno de ultra baja densidad.
- Poliestireno: Es producido por la polimerización del estireno, este termoplástico es duro, incoloro, y existen tres tipos, el de uso general, poliestireno de alto impacto y poliestireno expandible (Pinto, 2006).
- Polipropileno: Es un termoplástico resultado de la polimerización del propileno, pertenece al grupo de las poliolefinas, es un plástico fibroso, de peso ligero, rígido (García & Ávila, 2014).
- Policloruro de vinilo: Este polímero se elabora a partir de la unión del etileno con el cloro, luego mediante la polimerización del etileno diclorado da paso al conocido PVC o policloruro de vinilo.

4.1.2.4 **Características de los residuos sólidos para su aprovechamiento.** La consecución del aprovechamiento se basa en el cumplimiento de los siguientes criterios básicos que permitan el aprovechamiento de forma eficaz; selección por tipo de material y por su característica física, higiene, inocuidad, si su uso es la generación de energía se debe conocer su composición química, poder calorífico, entre otros dentro de dicho proceso y finalmente una base de estudios de mercado y su potencialidad de comercialización.

4.2 Marco conceptual

Aprovechamiento: Es la actividad que comprende la separación de los residuos desde su fuente, para que sea seleccionado, seccionado, limpiado, y reciclado.

Concesión vial: Es el mecanismo por el cual se otorga el derecho a la construcción, mantenimiento de una vía, en intercambio de ganancias monetarias a partir del pago de peajes, tarifas, entre otros.

Licencia ambiental: Es un proceso por el cual los proyectos constructivos, de extracción, exponen su actividad, los impactos que esta genera en el medio biótico, abiótico y socioeconómico, como las medidas de prevención, mitigación, control, compensación; para que sea sometido a aprobación y posterior puesta en marcha.

Plástico: son polímeros de moléculas orgánicas, sintetizados a partir del petróleo, estos son fácilmente moldeables.

Reciclaje: Es el proceso por el cual los residuos aprovechables pueden ser elaborados nuevos productos o pueden ser usado como complemento.

Relleno sanitario: Espacio adecuado para la disposición final de residuos sólidos domésticos.

Residuo solido: Es todo material, sustancia sólida, que ha sido generada como desecho al ser usado o consumido.

4.3 Marco legal

El poder legislativo se ha encargado de promover, leyes, decretos, sobre el aprovechamiento de residuos sólidos, a continuación, se presentarán las normas que se refieren a dicho concepto.

Tabla 1 Normatividad del aprovechamiento de residuos plásticos

NORMA	DESCRIPCIÓN
Decreto Ley 2811 del 18 de diciembre de 1974 MADS	Dentro de este decreto se menciona en los artículos 34-38, la inclusión de nuevos métodos, integración de tecnología, e investigación científica para el logro del mejor tratamiento a los residuos.
Decreto 2981 del 20 de diciembre de 2013 MinVivienda	En dicha norma se reglamenta la prestación del servicio de aseo público; en el Título II, capítulos ocho y nueve, indican las consideraciones para la recolección, transporte selectivo de residuos para aprovechamiento y todo lo concerniente a las estaciones de clasificación.
Decreto Único Reglamentario 1077 del 26 de mayo de 2015 MinVivienda	Compila el decreto 2981 de 2013; por el cual se reglamenta la ley 142 de 1994, la ley 632 de 2000 y la ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el decreto ley 2811 de 1974 y la ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
Resolución 0276 del 29 de abril de 2016 MinVivienda	Reglamenta los lineamientos del esquema operativo de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y la debida formalización de los recicladores según lo establecido en el capítulo 5 del título 2 de la parte 3 del decreto 1077 de 2015.
Decreto 596 del 11 de abril de 2016 MinVivienda	Mediante este se adiciona el capítulo 5 “Esquema operativo de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio” al Decreto 1077 de 2015.

5 METODOLOGÍA

El presente estudio se basa en un proceso de investigación exploratoria que comprendió la recolección de información secundaria plasmada en los antecedentes, el número y características de los proyectos viales y la información primaria en la cuantificación de la señalización vial del proyecto base, como en la aplicación de encuestas a distintas empresas comercializadoras, transformadoras de señalización vial.

En esta revisión se identificaron los proyectos viales concesionados, vigentes en el territorio colombiano. Esta información servirá de insumo para deducir la cantidad de señalización vial plástica adquirida.

Del proyecto vial Bucaramanga – Barrancabermeja - Yondó, en la etapa constructiva con aproximadamente cinco meses en ejecución y 84,398 kilómetros intervenidos, se obtuvo la cuantía de elementos de señalización utilizados en el avance y periodo anteriormente mencionados. Teniendo en cuenta que estos productos son adquiridos en grandes cantidades para la implementación de esquemas de seguridad vial en los diferentes tramos del proyecto y que a su vez durante la ejecución del proyecto será de constante uso para cumplimiento los planes de manejo de tránsito establecido y regulado en el Manual de Señalización Vial 2015 (Ministerio de Transporte, 2015).

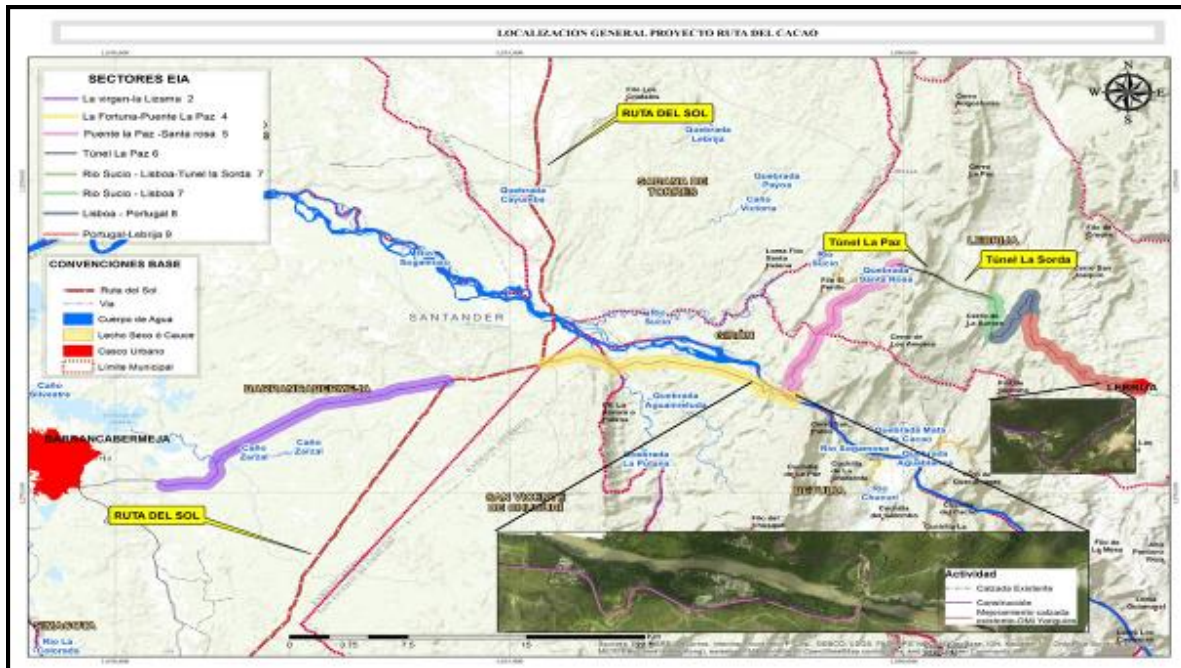


Figura 2. Localización del proyecto. Nota: Consultoría Colombiana S.A

En la aplicación de encuestas se implementó un muestreo no probabilístico, debido a la limitante en la reserva de la información por las empresas; a partir de ello, el modelo de encuesta se aplicó a 8 empresas dedicadas a la comercialización, transformación de señalización vial, en donde se interrogaba si la actividad de aprovechamiento se llevaba a cabo, si era de interés para la empresa la implementación de esta actividad, las falencias y ventajas la ejecución de esta actividad y finalmente si estarían dispuestos de alguna manera en incentivar el desarrollo del aprovechamiento de los residuos plásticos de señalización. Con los datos obtenidos, se analizó para establecer el nivel de importancia en las desventajas y posibles ventajas sobre la decisión de aprovechar este tipo de residuos.

Compilada y detallada la información se procedió a establecer las medidas que intervengan las deficiencias y estimulen la visión del aprovechamiento de esta señalización.

6 RESULTADOS

6.1 Cantidades adquiridas

La cantidad de señalización adquirida por el proyecto vial Bucaramanga - Barrancabermeja – Yondó en el transcurso de 15 meses, fue de 1384,469kg/mes, estos residuos provienen de la compra como también de su reutilización de un proyecto anterior, tal como se especifica en la Tabla 2.

Tabla 2 Adquisición de señalización

Elementos	Tipo de material	Peso unitario (kg)	Unidades	Peso total (Kg)
Adquisición de señalización vial nueva				
Delineador tubular	Polietileno de alta densidad	2,1	1200	2520
Maletín	Polietileno de alta densidad	25	280	7000
Cono de 90cm	Policloruro de vinilo	4,5	790	3555
Paletas (pare y siga)	Poliestireno	0,32	82	26,24
Canecas	Polietileno lineal de media densidad	5	240	1200
Resaltos tipo cojín	Pre-polímero de poliuretano	23	54	1242
Flasher ³	Polietileno	0,25	200	50
Cinta de peligro	Polietileno de baja densidad	2,2	350	770
Bastones luminosos	Polipropileno	0,4	72	28,8
Subtotal			3268	16392,04
Señalización vial reutilizada				
Maletín	-	25	175	4375
Subtotal			175	4375
TOTAL			3443	20767,04

“Adaptado de Proyecto Bucaramanga-Barrancabermeja-Yondó”

Esta adquisición de materia de primera mano, responde a las necesidades del proyecto en actividades de cierres temporales, aislamiento de áreas para la renovación de la capa asfáltica,

³ Elemento auxiliar para conos y delineadores con reflectividad de uso nocturno.

ajuste e instalación de obras de arte, aprovechamiento forestal, descapote y transporte de materiales.

La cantidad aprovechada del proyecto anterior fue exitosa ya que se fundamentó en el análisis interno de la devaluación de dichos artículos y el costo a incurrir en su transporte hasta el presente proyecto, indicando una viabilidad económica comparada con la adquisición de este material nuevo. La cuantía de los elementos sin discriminar el rehusó se presenta en la Figura 3.

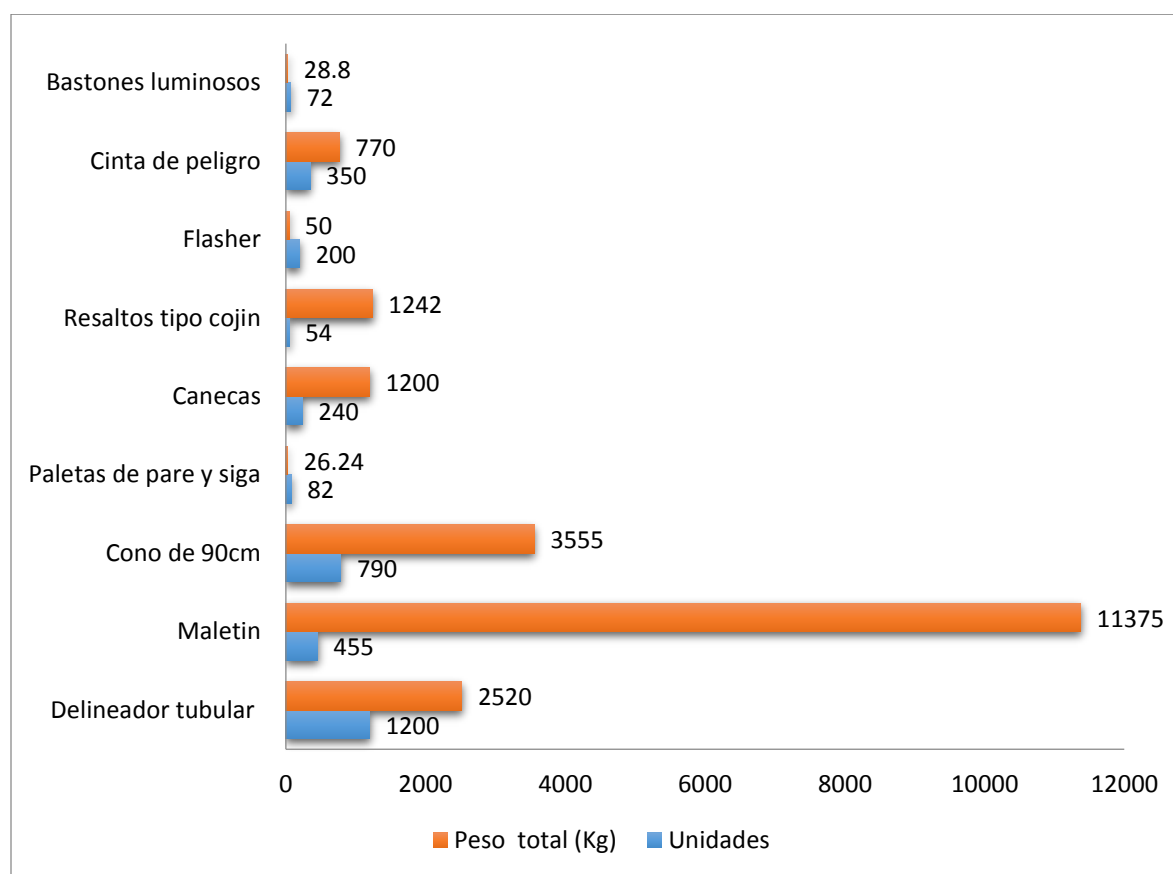


Figura 3 Masa, cantidades de la señalización usada

Esto refleja que el elemento con mayor implementación fue el maletín con 1200 unidades y una masa aportante de 11,375 toneladas; es decir el 54,77 % del total de señalización usada en el

periodo indicado. A continuación, en la Figura 4 se presenta el detalle porcentual por tipo de polímero.

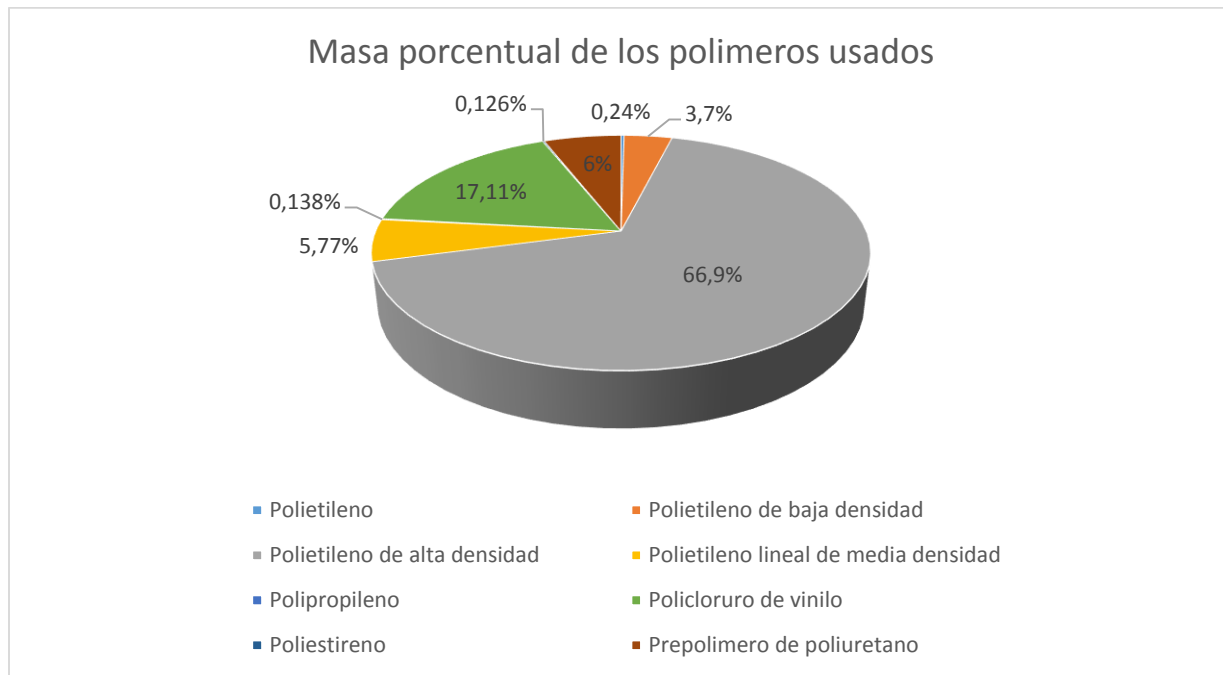


Figura 4 Masa porcentual de los polímeros presentes en la señalización

El polímero con mayor presencia en la señalización adquirida fue el polietileno de alta densidad (PEHD), con 66,9% de la masa total de los elementos, este porcentaje era constitutivo de los 455 maletines usados en las áreas de intervención del proyecto. Este polímero a nivel mundial ocupa la segunda posición en producción para el año 2012 (Plastics Europe, 2013).

Cada uno de estos plásticos pueden tener usos alternos como madera plástica, estibas, encofrados, para los cuales no es necesario garantizar la uniformidad química (Lasso, Acevedo, & Diaz, 2013). El polipropileno puede ser implementado en estibas, corrales, tejas, entre otros (Sánchez, 2014). Su aprovechamiento y posterior elaboración de bastones luminosos es posible a

pesar de su pérdida de integridad mecánica, en contraparte de ser un elemento de poco uso y perturbación (Almanza & Avila, 2009).

Una alternativa para esta señalización es su aprovechamiento para programas sociales, tales como donación de escritorios escolares Apéndice D, entre otras alternativas que generen un bienestar social y coadyuven a la eliminación de estos residuos sobre el medio ambiente.

6.2 Cálculos

Mediante la revisión de las concesiones vigentes de la Agencia Nacional de Infraestructura, se identificó 48 proyectos viales, junto con los kilómetros a construir, rehabilitación o mejoramiento, concesionados (ANI, 2016). La totalidad en kilómetros de estos proyectos viales fueron de 8679,18km.

La señalización obtenida por el proyecto base en 15 meses y 84,398 kilómetros de intervención fue de 20767,04Kg, es decir 246,060kg/km. Aplicando estos valores se puede deducir que en el desarrollo vial de los 48 proyectos en el mismo tiempo se generaron 2135,606Ton de señalización plástica sin ningún tipo de aprovechamiento intencionado en todos los proyectos, tal como se indica a continuación.

$$MSPK = \frac{MS}{KI}$$

MSPK= Masa de señalización del proyecto por kilometro

MS= Masa de señalización adquirida

KI= Kilómetros intervenidos en el proyecto

$$246,060kg/km = \frac{20767,04kg}{84,398km}$$

$$MSPC = MSPK * KPC$$

MSPC= Masa de señalización de los proyectos concesionados

MSPK= Masa de señalización del proyecto por kilometro

KPC= Kilómetros de los proyectos concesionados

$$2135,606Ton = \frac{246,060kg}{km} * 8679,18km/1000$$

Estos residuos de señalización estarían siendo dispuestos a los diferentes rellenos sanitarios de los municipios aledaños de cada proyecto; esa cantidad corresponde al 13,11% de los residuos sólidos mensuales promedio para el año 2014 en el municipio de Bucaramanga, dicho municipio presta el servicio de aseo a 158232 usuarios (Alcaldía de Bucaramanga, 2015). Esta confrontación tiene dos aspectos importantes a considerar, estos son; el número de usuarios generadores y la cantidad real de plástico depositado el cual corresponde a 3686,805 toneladas; por esto para una serie de proyectos viales con la actividad de control vial en un periodo de 15 meses se llega a obtener valores cercanos a un municipio posicionado entre los 10 primeros con mayor población de Colombia (DANE, 2005).

6.3 Encuestas

Se aplicaron 8 encuestas, estructuradas con 5 preguntas que conllevaría a identificar las falencias, ventajas e interés, de las empresas ante el proceso de aprovechamiento de señalización vial. A continuación, se presentarán los resultados a cada una de las preguntas.

6.3.1 Aprovechamiento de la señalización. Este interrogante buscaba que de manera individual e indiferente de su razón productiva. Respondiera si ejecutaba dicha actividad en su organización, los datos obtenidos fueron, que el 50% de las empresas no ejecutaban este proceso. De manera ilustrativa se presenta la Figura 5 con las respuestas obtenidas en el primer ítem.

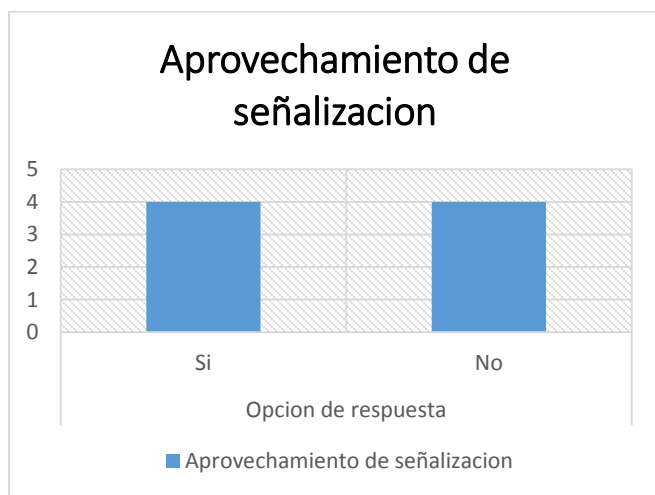


Figura 5 Aprovechamiento de señalización por las empresas encuestadas

6.3.2 Interés en el aprovechamiento de señalización. El interés en el aprovechamiento por parte de las empresas fue positivo en el 75% de las encuestas aplicadas, esto refleja la conciencia ambiental de las organizaciones, como la posibilidad reducir la carga contaminante. En contradicción del 25% de empresas que respondieron negativamente hasta la pregunta ya que en su visión le es más rentable producir estos elementos a partir de materia prima virgen, al igual de aparentemente no poseer una responsabilidad en el cuidado de los recursos naturales.

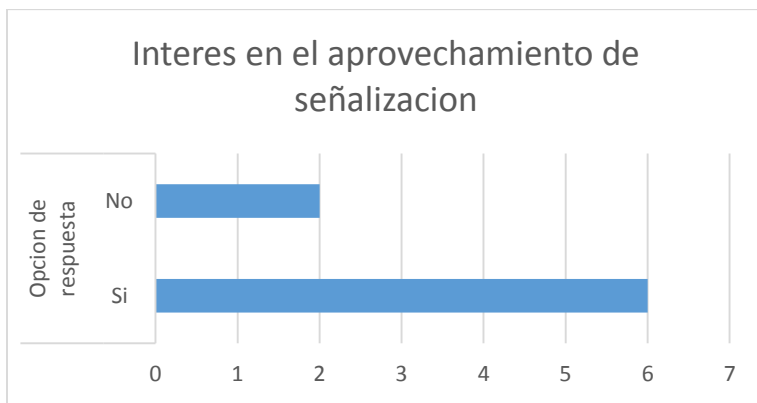


Figura 6 Interés en el aprovechamiento de señalización

6.3.3 Falencias en la iniciativa de aprovechamiento. Los resultados presentan una importancia porcentual de 37% en la economía ya que las empresas opinan que la economía estaría afectada por el proceso de aprovechamiento de la señalización, al incurrir en costos por su separación, recolección, transporte y transformación; un 36% en la cantidad de residuos, ya que opinan que la existencia de estos volúmenes es escasa y perjudicaría la manufactura de nueva señalización u otro tipo de productos y en última instancia el mercado debido al desconocimiento del mercado del plástico como el de productos a partir del reciclaje de polímeros.

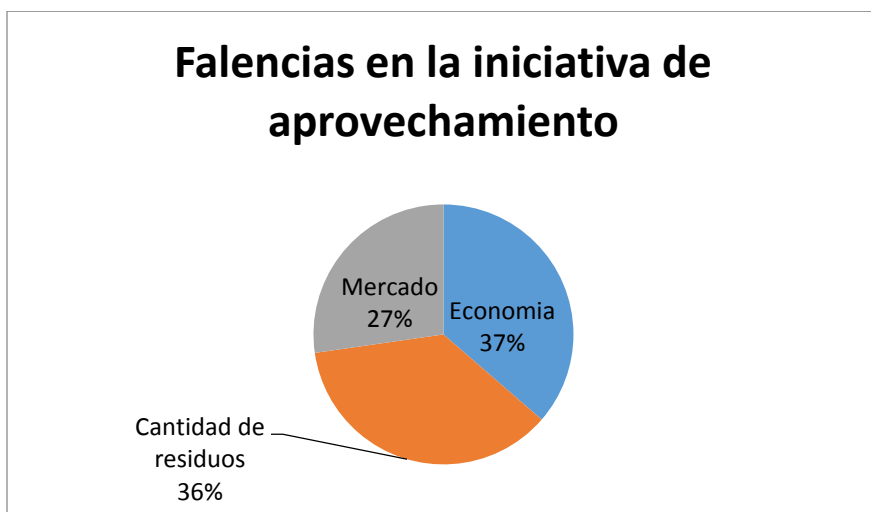


Figura 7 Identificación de falencias en el aprovechamiento

6.3.4 **Ventajas en el aprovechamiento.** El factor con mayor consideración fue la proyección empresarial con un 41%, debido al auge que hay en certificaciones ambientales, quienes poseen certificaciones ambientales se imponen en el mercado de bienes y servicios. En segundo lugar, se encuentra la preservación del medio ambiente, la economía debido al ahorro por la reutilización de la señalización, por último los insumos, al evitar gastos en adquisición de materia prima o elementos para su elaboración y comercialización.

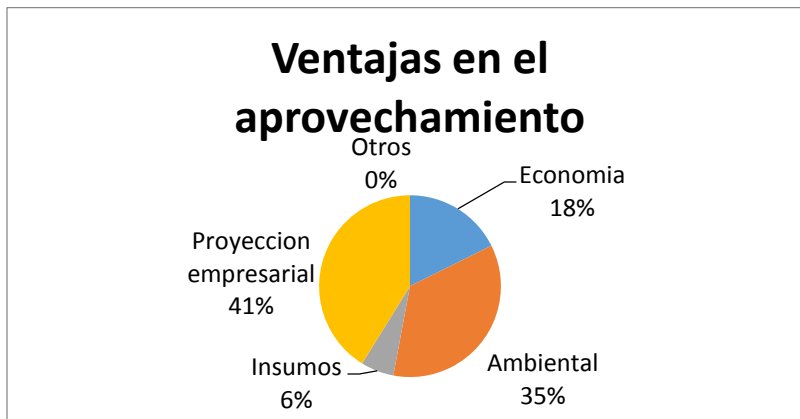


Figura 8. Identificación de las ventajas en el aprovechamiento de señalización

6.3.5 Decisión en incentivar el aprovechamiento. Las empresas en un 25% se niegan a incentivar la actividad de aprovechamiento para la señalización ya que su objetivo principal es la comercialización y no se encuentran atraídos ante la idea de reducir los residuos plásticos que generan sus clientes, ya sea por la incertidumbre en los costos de transporte de dichos volúmenes, otra razón es la no certificación de la calidad al querer ofrecer elementos de señalización que no han sido elaborados a partir de polímero virgen y su negativa ante la elaboración de señalización a partir del aprovechamiento de dichos elementos. En contraste el 75% restante se encuentra interesado en incentivar dicha actividad, a partir de descuentos en la adquisición de nuevos productos de señalización o de otros usos y apoyo en educación ambiental a la población.

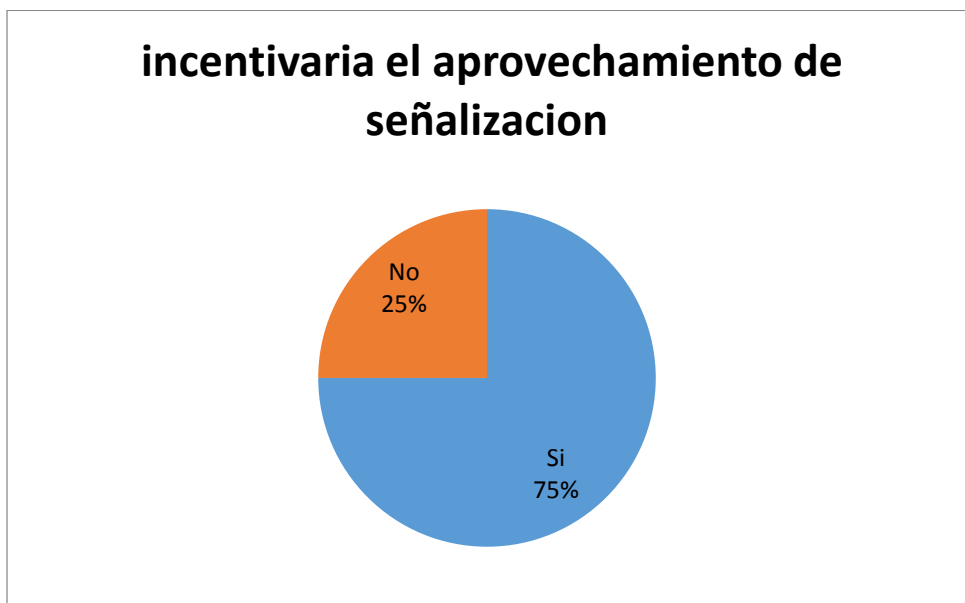


Figura 9. Disposición en incentivar el aprovechamiento de señalización

7 CONCLUSIONES

- El transporte de los residuos de señalización, tiene solución mediante el uso de trituradoras compactas en cada proyecto.
- La inclusión de microempresas es un aspecto importante en incluir debido a que ejercen un trabajo minucioso al tener un volumen limitado de residuos por tratar.
- Se demostró mediante las encuestas los aspectos negativos para las organizaciones censadas son; el volumen de residuos generados, desconocimiento del mercado de plástico aprovechado.
- La identificación del no otorgamiento de garantía por señalización que ha sido objeto de un proceso de reciclaje primario, secundario, el menor precio ofrecido por algunas empresas para la señalización elaborada de poliolefinas de primera mano, presenta las limitaciones para el surgimiento de un mercado debidamente reconocido.
- Es de implementar en proyectos viales licenciados la inclusión la ejecución del aprovechamiento de la señalización plástica que se adquiere para las actividades de control vial.
- Las 2135,606 toneladas de señalización posiblemente generadas en el desarrollo de los 48 proyectos viales concesionados; establece una oportunidad de negocio para las comunidades de bajos recursos tengan a disposición una oportunidad de empleo, agremiación e ingresos.
- La reserva de información, atención y negativa en la aplicación de encuestas generaron pérdida de datos para el presente estudio.
- La proyección empresarial, es un factor de interés para las empresas se motiven en realizar el aprovechamiento de la señalización plástica.

8 RECOMENDACIONES

- El presente estudio debe ampliarse en objeto de valorizar la señalización vial elaborada del aprovechamiento de residuos plásticos.
- Ejecutar pruebas físico-mecánicas, durabilidad a la señalización elaborada mediante el procesamiento de señalización usada.
- Ampliar la investigación hacia el área de la biodegradación de esta señalización mediante la aplicación de biotecnología a los polímeros plásticos.
- Se debe profundizar en la generación de estos residuos en obras de ampliación vial dentro de los cascos urbanos.
- Realizar la ampliación de la información teniendo en cuenta proyectos viales que no han sido objeto de licenciamiento ambiental.
- La posible adaptación del manual de señalización emitido por el Ministerio de Transporte de Colombia (Ministerio de Transporte, 2015), confiere una oportunidad para la implementación del plástico aprovechado, siempre se mantenga las características dimensionales y de reflectividad allí consignados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía de Bucaramanga. (2015). *Plan de Gestión de Residuos Sólidos 2016-2017. Bucaramanga: Gestión de salud pública y desarrollo sostenible*. Recuperado de http://www.bucaramanga.gov.co/laruta/download/plan_integral_de_residuos_solidos/PLAN_DE_GESTION_INTEGRAL_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_BUCARAMANGA_2016-2017_2.pdf
- Almanza, Y., & Avila, J. (2009). *Propuesta de mejoramiento de la calidad de vida de los recicladores vinculados a la ARB, mediante la investigación de mercado de los materiales plásticos reciclados pet y polipropileno. (Trabajo de pregrado)*. Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia.
- ANI. (14 de Julio de 2016). *Datos Abiertos (Gobierno digital de Colombia)*. Recuperado de <https://www.datos.gov.co/Transporte/Listado-de-Concesiones-Carretero-ANI/kv5g-rqbi/data>
- Barradas, A. (2009). *Gestión integral de residuos sólidos municipales: Estado del arte*. Miantilán.
- BLUE-RADIO. (14 de Julio de 2015). *Top 5 de las ciudades que más recicla*. Recuperado de <https://www.bluradio.com/105098/top-5-de-las-ciudades-que-mas-reciclan-en-colombia>
- DANE. (2005). *Censo General*. Colombia. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/censos/libroCenso2005nacional.pdf>
- Diaz, O. (2007). *Estudio de la evolución del reciclaje de plásticos en Antioquia: caso Área Metropolitana*. Obtenido de <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/4463>

DNP. (2006). *Generar una infraestructura adecuada para el desarrollo*. Bogotá.

Fernández, C. (2005). La gestión integral de los residuos sólidos urbanos en el desarrollo sostenible local. *Revista Cubana de Química*, 35-39.

Gaggino, R., Arguello, R., & Horacio, B. (2007). Aplicación de material plástico reciclado en elementos constructivos a base de cemento. *Centro Experimental de la Vivienda Económica.*, 906-915.

García, J., & Ávila, L. (2014). *Desarrollo de formulaciones de colores líquidos para el uso en polietileno de alta, baja densidad y polipropileno en una empresa de plásticos*.

INTERA. (18 de Febrero de 2018). *Reutilización del plástico*. Recuperado de <https://www.intera.com.co/single-post/2017/08/29/Transformamos-el-pl%C3%A1stico-reciclado-en-proyectos-innovadores>

Lasso, B., Acevedo, D., & Díaz, M. (2013). Ventajas del Plan de Negocio. En *Recicplast-Empresa de Aprovechamiento del Plástico (Trabajo de postgrado)* (págs. 40-41). Bogotá D.C.

Luna, H. (1996). *Manual de Reciclaje*. Madrid, España: Mc Graw Hill.

Mark, H., Bikales, N., Overberg, C., & Menges, G. (1986). *Encyclopedia of polymer Science and Engineering*.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Guía de Planeación Estratégica para el Manejo de Residuos Sólidos de Pequeños Municipios en Colombia*. Bogotá.

Ministerio de Transporte. (2015). *Ministerio de Transporte*. Recuperado de https://www.mintransporte.gov.co/Documentos/documentos_del_ministerio/Manuales/manuales_de_senalizacion_vial

Montenegro, S. (2017). *Diseño de guía técnica para el manejo de residuos sólidos en proyectos de infraestructura vial a cargo de Invias*. Bogotá.

Neves, C. (1999). *Resistencia química de PE'sa Varios Reagentes Químicos*. Petroquímica S.A.

Pérez, J. (2014). La industria del plástico en México y el mundo. *Comercio exterior*, 64.

Personeria de Bogotá. (2006). *Personeria de Bogotá*.

Pinto, F. (2006). *Procesamiento y propiedades de algunas poliolefinas*. Venezuela: Universidad de los Andes.

Grupo Carvajal (Febrero de 2016). Tecnología del plástico. Mexico. *En México fabrican señales de tránsito con plástico reciclado*. Recuperado de <http://www.plastico.com/temas/En-Mexico-fabrican-senales-de-transito-con-plastico-reciclado+110780>

Plastics Europe. (2013). *An analysis of European latest plastics production, demand and waste data*.

Procuraduría General de la Nación . (2009). *Procuraduría General de la Nación* . Recuperado de http://www.procuraduria.gov.co/html/noticias_2009/noticias_420.html

Procuraduría General de la Nación. (2009). *Página Web*. recuperado de http://www.procuraduria.gov.co/html/noticias_2009/noticias_420.html

Ramirez, E., Sierra, O., & Olvera, V. (5 de Octubre de 2010). Universidad Autonoma Metropolitana. Mexico. *La educación del reciclado: el plástico y su relación con la conservación del medio ambiente*. Recuperado de http://kali.azc.uam.mx/clc/05_energia_limpia/Proyecto_de%20Investigacion_de%20Cien cias_III.pdf

Rivera, R. (2012). *Propuesta de reciclaje mecánico de plásticos en la ciudad de Piura*. Piura.

Rubiano, J., Pérez, M., Barrera, O., Orozco, W., Quesada, F., Diaz, M., & Gaviria, L. (2013). Manejo de los materiales plasticos reciclado y mejoramiento de sus propiedades. *Tendencias en la Ingenieria*, 52-60.

Sánchez, J. (2014). *Aprovechamiento del polipropileno reciclado en la fabricación de tejas para el sector construcción*. México D.F.

Silvestre, F. (2017). *Comparación técnica y económica entre las mezclas asfálticas tradicionales y reforzadas con plástico reciclado en la ciudad de Lima (Tesis pregrado)*. Lima.

Universidad de Oviedo. (29 de Marzo de 2018). *Universidad de Oviedo*. Recuperado de www6.uniovi.es/usr/fblanco/Leccion8.PLASTICOS.MateriasPrimas.pdf

Val Melús, M. (1985). *Estudio de laboratorio para la caracterización como material de firmes de carreteras de los plásticos procedentes del tratamiento de residuos sólidos urbanos (Tesis doctoral)*. Universidad politecnica de Madrid, Madrid, España.

William, L. (1985). *Petroleum refining for the nontechnical person*. PennWell Books.

APÉNDICES

Apéndice A. Modelo de encuesta



ENCUESTA

Proyecto: Aprovechamiento de residuos plásticos en la elaboración de productos sustitutos en proyectos viales

EMPRESA: _____ ENCUESTADO: _____

“La presente encuesta se aplica para identificar las falencias o posibles virtudes de la comercialización de señalización vial a partir de plástico aprovechado”

1. ¿La empresa aprovecha de alguna manera los productos en señalización vial/ plásticos que comercializan?
Rta: SI/NO
2. ¿Estaría interesado en la idea de aprovechar estos productos?
Rta: SI/NO
3. ¿Cuál de los siguientes elementos puede generar falencias en esta iniciativa?
 - a. Economía
 - b. Cantidad de residuos
 - c. Mercado
4. ¿Cuál de las siguientes ventajas cree usted que tiene el aprovechamiento de estos productos.
 - a. Economía
 - b. Ambiental
 - c. Insumos
 - d. Proyección empresarial
 - e. Otras ¿Cuáles?
5. ¿Estaría dispuesto a crear algún incentivo por la devolución de esta señalización y de esta manera aprovecharla para la elaboración de nueva señalización?

Apéndice B. Señalización triturada preparada para su fundición



Apéndice C. Incorporación de señalización plástica al horno.



Apéndice D. Escritorio escolar elaborado con señalización plástica.

