



Propuesta de estrategia para mejorar el aprovechamiento de plástico reciclado en materiales destinados al sector de la construcción en Colombia.

Carlos Alberto Arias López

Andrés Felipe Rojas Mera

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Agosto, 2024

Propuesta de estrategia para mejorar el aprovechamiento de plástico reciclado en materiales destinados al sector de la construcción en Colombia.

Carlos Alberto Arias López

Andrés Felipe Rojas Mera

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos

Asesor

Sergio Andrés Zabala Vargas

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Virtual

Programa Especialización en Gerencia de Proyectos

Agosto, 2024

Contenido

RESUMEN	7
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.1 Planteamiento del Problema de Investigación	12
1.2 Pregunta de Investigación	14
2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	15
2.1 Objetivo General.....	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	16
4 MARCO DE REFERENCIA	18
4.1 Estado del Arte.....	18
4.2 Marco Teórico.....	21
4.2.1 Clasificación de los plásticos.....	21
4.2.2 Propiedades principales de los plásticos usados en construcción	21
4.2.3 Características principales de los plásticos usados en construcción	22
4.2.4 Gestión de proyectos.....	23
4.2.5 Sector construcción.....	24
4.3 Marco Legal	25
5 DISEÑO METODOLÓGICO.....	28
5.1 Ruta de Investigación.....	28
5.2 Población y Muestra	28
5.3 Instrumentos de recolección de la información	28
5.4 Análisis de la información	29
5.5 Variables e hipótesis	29
6 Consideraciones Éticas del Proyecto	30
7 Análisis de resultados	31
7.1 Resultado y análisis del instrumento.....	31

Propuesta de estrategia para mejorar el aprovechamiento de plástico reciclado en materiales destinados al sector de la construcción en Colombia.	4
7.2 Propuesta.....	39
7.2.1 Materiales de construcción desarrollados a partir de plástico reciclado.....	40
7.2.2 Beneficios y desventajas del uso de materiales en plástico reciclado dentro de la construcción en Colombia.....	46
7.2.3 Estrategias para el uso de materiales fabricados en plástico reciclado dentro de la construcción tradicional.....	48
7.3 Discusión.....	49
8 Conclusiones del trabajo.....	52
9 Referencias.....	54
10. Anexos	60

Lista de Tablas

Tabla 1 Normatividad aplicable.....	26
Tabla 2 Análisis de Datos	29
Tabla 3. Tabulación de resultados pregunta 1.	31
Tabla 4. Tabulación de resultados pregunta 2.	32
Tabla 5. Tabulación de resultados pregunta 3.	32
Tabla 6. Tabulación de resultados pregunta 4.	33
Tabla 7. Tabulación de resultados pregunta 5.	34
Tabla 8. Tabulación de resultados pregunta 6.	35
Tabla 9. Tabulación de resultados pregunta 7.	36
Tabla 10. Tabulación de resultados pregunta 8.	37
Tabla 11. Tabulación de resultados pregunta 9.	38
Tabla 12. Tabulación de resultados pregunta 10.	39
Tabla 13. Materiales fabricados a partir de polietileno teraftalato - PET.....	40
Tabla 14. Materiales fabricados a partir de poli cloruro de vinilo - PVC.....	40
Tabla 15. Materiales fabricados a partir de poli estireno de alta densidad - PEAD.	42
Tabla 16. Materiales fabricados a partir de poli estireno de baja densidad - PEAB.....	43
Tabla 17. Materiales fabricados a partir de policarbonato - PC.	43
Tabla 17. Materiales fabricados a partir de polipropileno - PP.	44
Tabla 19. Materiales fabricados a partir de poliestireno extendido - EPS.....	45
Tabla 20. Materiales fabricados a partir de poliuretano – PU.	46
Tabla 21. Estrategias para implementar el uso de materiales fabricados a partir de plástico reciclado.....	48
Tabla 22. Principales materiales a fabricar a partir de plástico reciclado.....	49
Tabla 23. Beneficios y desventajas de los materiales fabricados a partir de plástico reciclado. ..	50

Lista de figuras

Figura 1. Gráfico de resultados pregunta 1.....	31
Figura 2. Gráfico de resultados pregunta 2.....	32
Figura 3. Gráfico de resultados pregunta 3.....	33
Figura 4. Gráfico de resultados pregunta 4.....	34
Figura 5. Gráfico de resultados pregunta 5.....	35
Figura 6. Gráfico de resultados pregunta 6.....	35
Figura 7. Gráfico de resultados pregunta 7.....	36
Figura 8. Gráfico de resultados pregunta 8.....	37
Figura 9. Gráfico de resultados pregunta 9.....	38
Figura 10. Gráfico de resultados pregunta 10.....	39

Lista de Anexos

Anexo 1 Encuesta	60
Anexo 2 Consentimiento informado.....	62

RESUMEN

El sector de la construcción, conocido por su explotación de recursos naturales tanto renovables como no renovables, ha sido objeto de creciente preocupación ambiental debido al impacto que generan sus procesos y los materiales que utiliza. Este impacto negativo se manifiesta en la degradación ambiental y el agotamiento de los recursos naturales. En respuesta a esta situación, se ha propuesto como estrategia la utilización de residuos plásticos en la fabricación de nuevos productos constructivos. La incorporación de plástico reciclado en el sector no solo tiene el potencial de reducir la demanda de recursos vírgenes, sino que también ofrece una alternativa más sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

En este contexto, se llevó a cabo una investigación de tipo descriptiva y analítica con el propósito de examinar cómo se puede aprovechar el plástico reciclado en el desarrollo de materiales de construcción en Colombia. Para ello, se seleccionó una muestra de 15 empresas constructoras situadas en la ciudad de Pereira. A estas empresas se les aplicó una encuesta para evaluar su disposición a integrar materiales fabricados a partir de plástico reciclado en sus proyectos de construcción.

Los resultados de la encuesta revelaron un interés significativo por parte de las empresas en adoptar estos materiales reciclados. Los participantes destacaron que el uso de plástico reciclado no solo contribuiría a la creación de materiales más sostenibles, sino que también permitiría mitigar el impacto ambiental negativo asociado con la extracción y uso de recursos naturales tradicionales. La investigación demuestra que la integración de plástico reciclado en la construcción puede ser una solución efectiva para reducir el impacto ambiental del sector y fomentar prácticas más ecológicas.

Este estudio proporciona una base sólida para promover el uso de plástico reciclado en la construcción, destacando su potencial para disminuir la dependencia de recursos vírgenes y apoyar la transición hacia una economía circular en el ámbito de la construcción. Aunque no se trata de una solución definitiva para el problema de la contaminación por residuos plásticos, esta investigación abre un camino hacia la adopción de prácticas más sostenibles y la exploración de alternativas que beneficien tanto al medio ambiente como al sector de la construcción.

***Palabras clave:** aprovechamiento de residuos de plástico, contaminación, construcción, medio ambiente, reciclaje.*

ABSTRACT

The construction sector, known for its exploitation of both renewable and non-renewable natural resources, has been the subject of growing environmental concern due to the impact generated by its processes and the materials it uses. This negative impact manifests itself in environmental degradation and the depletion of natural resources. In response to this situation, the use of plastic waste in the manufacture of new construction products has been proposed as a strategy. Incorporating recycled plastic into the sector not only has the potential to reduce demand for virgin resources, but also offers a more sustainable and environmentally friendly alternative.

In this context, a descriptive and analytical research was carried out with the purpose of examining how recycled plastic can be used in the development of construction materials in Colombia. To do this, a sample of 15 construction companies located in the city of Pereira was selected. These companies were surveyed to assess their willingness to integrate materials made from recycled plastic into their construction projects.

The survey results revealed significant interest on the part of companies in adopting these recycled materials. Participants highlighted that the use of recycled plastic would not only contribute to the creation of more sustainable materials, but would also mitigate the negative environmental impact associated with the extraction and use of traditional natural resources. Research shows that integrating recycled plastic into construction can be an effective solution to reduce the environmental impact of the sector and encourage greener practices.

This study provides a solid basis for promoting the use of recycled plastic in construction, highlighting its potential to decrease dependence on virgin resources and support the transition to a circular economy in construction. While not a definitive solution to the problem of plastic waste pollution, this research paves the way towards adopting more sustainable practices and exploring alternatives that benefit both the environment and the construction sector.

Keywords: use of plastic waste, pollution, construction, environment, recycling.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la utilización de plástico reciclado en la producción de materiales de construcción ha ganado atención significativa debido a la creciente conciencia sobre la sostenibilidad ambiental y la urgente necesidad de abordar la problemática de los residuos plásticos. Este interés se ha visto impulsado por la realidad de que grandes cantidades de plástico desechado terminan en vertederos y océanos, contribuyendo a la contaminación y al deterioro del entorno natural. La integración de plástico reciclado en la fabricación de materiales de construcción ofrece una solución prometedora para mitigar estos problemas ambientales (Revista Semana, 2024).

El plástico reciclado proviene de diversas fuentes, como botellas, envases de alimentos y películas plásticas. Estos residuos son recolectados, clasificados, limpiados y procesados para convertirlos en plástico reciclado, que luego se emplea en la producción de materiales constructivos. Este enfoque no solo ayuda a reducir la cantidad de desechos plásticos, sino que también presenta varios beneficios adicionales. Por ejemplo, el reciclaje de plástico consume menos energía en comparación con la fabricación de nuevos materiales desde cero, lo que a su vez disminuye la huella de carbono asociada con estos procesos. Además, la incorporación de plástico reciclado puede reducir la dependencia de materiales tradicionales, como la madera y el acero, cuya extracción y producción tienen un impacto ambiental significativo (Ministerio de Ambiente, 2020).

El uso de plástico reciclado en la construcción también apoya la creación de una economía circular, en la que los materiales se reutilizan y se valoran a lo largo de su ciclo de vida, contribuyendo a la sostenibilidad del sector. Esta investigación tiene como objetivo analizar el potencial del plástico reciclado en el desarrollo de materiales de construcción en Colombia, un país que enfrenta desafíos significativos en términos de gestión de residuos y sostenibilidad ambiental.

El estudio se llevó a cabo en seis fases principales: en primer lugar, se identificó el problema a investigar definiendo el planteamiento del problema; luego se identificó el marco referencial, compuesto por el estado del arte, el marco teórico y el marco legal; posteriormente se construyó el marco metodológico; luego se definió la hipótesis de la investigación; una vez

terminada esta fase se documentaron los resultados y finalmente se establecieron las conclusiones.

El objetivo de esta investigación es proporcionar una base sólida para la adopción sostenible y rentable del plástico reciclado en la construcción, con el fin de reducir la demanda de materiales vírgenes y fomentar prácticas más ecológicas en la industria. Aunque no se trata de una solución definitiva para el problema de la contaminación por residuos plásticos, se espera que el estudio impulse el reciclaje adecuado y explore alternativas sostenibles que beneficien tanto al medio ambiente como al sector de la construcción en Colombia.

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Planteamiento del Problema de Investigación

A nivel mundial, la producción de residuos plásticos asciende a aproximadamente 300 millones de toneladas anualmente, y solo el 14% de estos residuos se reciclan; debido a que no todo plástico suele ser reciclable, no existe una concientización en la población o en su mayoría los plásticos están contaminados, lo que ocasiona un aumento en el reproceso para su reutilización (UNEP, 2019).

En Estados Unidos, se presentó un aumento en las tasas de reciclaje, debido a que la población no realizaba la separación de los plásticos en los contenedores de basura dentro de sus hogares, y esto generó que los procesadores de reciclaje demandaran mayor tiempo para la separación de los plásticos y se presentaran reprocesos al intentar procesarlos. Por su parte, la Comisión Europea definió una estrategia para los plásticos, donde incentivaba a que los envases plásticos reciclables o reutilizables pudieran ser fuente de materia prima para crear 200.000 puestos de trabajo, lo que generó que al año 2018, se reciclara por lo menos el 30% de los 25 millones de toneladas de residuos plásticos anuales (UNEP, 2019).

Para subsanar este incremento de residuos, se han ideado diferentes soluciones que conlleven a la eliminación de los desperdicios, y se ha venido desarrollando una concientización a las generaciones para que se desarrollen procesos eficientes que reduzcan la emisión de residuos y que minimicen el impacto en el medio ambiente. Un ejemplo claro de estas actividades, es el reciclaje, que se trata de realizar la separación de los residuos generados en sus fuentes, y recolectar aquellos que se pueden transformar y utilizar como materia prima en otros procesos productivos.

La ONU Medio Ambiente, por su parte, inició una campaña de Mares Limpios que tiene como objetivo resaltar los pasos innovadores que los gobiernos, las empresas, la sociedad civil y las personas están dando para reducir los desechos plásticos y evitar que ingresen al medio marino (ONU Ambiente, 2022). Así mismo, busca disminuir la adicción de la población al plástico, ya que aproximadamente 11 millones de toneladas terminan en el océano, y es necesario ayudar a disminuir el flujo de basura y desechos plásticos que terminan en los lagos, ríos y océanos (ONU Ambiente, 2022).

El poder utilizar plástico reciclado permite ayudar al medio ambiente en la reutilización de materiales de desecho, alineándolos con ideas sostenibles, darle al plástico usado una nueva oportunidad de uso, permite la reducción de generar nuevos plásticos, un ejemplo de esto, es la reutilización del plástico como elemento de limpieza ante derrames de petróleo, siendo una opción económica con técnicas alternativas a las tradicionales (Ibrahim, 2024).

En Colombia, durante el año 2021 se generaron aproximadamente 11,9 millones de toneladas de residuos (SSP, 2021), y a nivel mundial, Greenpace (2022), ha reportado consumos de hasta 1.250.000 toneladas anuales de plástico, y al no realizar ningún tipo de reciclaje, aproximadamente el 74% de envases plásticos llegan hasta los rellenos sanitarios. Y de acuerdo a lo publicado por la revista Semana (2019), en Colombia, solo se reciclan 4.000 toneladas de envases plásticos mensuales, lo que equivale a aproximadamente 48.000 toneladas en el año; es decir, de 10 botellas que se producen y salen a comercializarse, solo se reciclan máximo 3 unidades.

Diferentes investigadores y empresas industriales han mostrado un interés sobre el reciclaje de los residuos plásticos luego de su utilización, mediante la aplicación de pruebas mecánicas con el fin de identificar si los plásticos conservan sus propiedades, como lo es el caso de las fibras termoplásticas, que al ser reciclados y reforzados con compuestos termoestables, continúan manteniendo sus propiedades, pudiéndose entonces recuperar y reutilizar en otro tipo de productos que generen valor en los diferentes sectores económicos (Macaulay et al., 2023).

Como lo determinan Nyika & Dinka (2022), dentro de los principales residuos plásticos que se pueden reciclar, se encuentran el PET, PVC, polietileno, polimetilo, poliamidas, entre otros, y estos residuos tienen ciertas características químicas y físicas, que al ser procesados pueden ser utilizados para convertirse en otros materiales. A nivel nacional existen diferentes empresas que se dedican al procesamiento de estos residuos plásticos, donde se inicia con la clasificación del residuo, luego se realiza una limpieza del residuo, y pasa al proceso de trituración, donde cuyo resultante es paletizado y procesado mediante actividades térmicas donde se pueden dar forma a nuevos productos.

Estos plásticos cuentan con diferentes propiedades que favorecen la fabricación de nuevos materiales para ser reutilizados, como son su baja densidad, la resistencia frente al desgaste, la resistencia frente a la corrosión, son aislantes, cuentan con conductividad térmica

baja, además de ser fácilmente moldeables al pasar por diferentes procesos (Yong-Chang et al., 2023).

Por otro lado, la globalización y el desarrollo económico, han logrado que los países puedan desarrollar diferentes tecnologías que les permitan competir mundialmente, sin embargo, estas nuevas tecnologías en algunos casos han ocasionado la afectación del medio ambiente, con el uso desmedido de los recursos naturales; esto se ve en gran medida en solo unos sectores económicos más que en otros, como lo es el sector de la construcción; donde todavía se utilizan materiales como madera, aluminio, polímeros, acero, arenas, gravas, entre otros, que para su consecución, se deben de realizar explotaciones de materiales en fuentes aluviales o en canteras, y donde estos procesos impactan de manera negativa al medio ambiente (Cuello & Arrauth, 2019).

En Colombia específicamente, el sector de la construcción, ha crecido rápidamente, y con este crecimiento se han adelantado estudios que han establecido que las viviendas sean más livianas y con materiales económicos, pero que sean igual de resistentes (DANE, 2022), y que brinden a la población espacios agradables y seguros; para lo cual han implementado tecnologías que permitan la disminución del impacto ambiental por las actividades realizadas; por lo que una solución rápida y eficaz, podría ser el uso de materiales ecológicos elaborados a partir de residuos de plástico, que puedan ser sustentables y amigables con el medio ambiente, y que a su vez ayudará a la reducción de los residuos plásticos.

1.2 Pregunta de Investigación

¿Cuál es el efecto de proponer desde la gestión de proyectos, una estrategia para mejorar el aprovechamiento de plástico reciclado en materiales destinados al sector de la construcción en Colombia?

2 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Objetivo General

Generar una estrategia para mejorar el aprovechamiento de plástico reciclado en materiales destinados al sector de la construcción en Colombia.

2.2 Objetivos específicos

- Indagar en el sector de la construcción, sobre la aceptación y uso de materiales de construcción fabricados a partir de plástico reciclado.
- Identificar los materiales de construcción que se pueden desarrollar en plástico reciclado.
- Analizar los beneficios y desventajas del uso de materiales en plástico reciclado dentro de la construcción en Colombia.
- Plantear estrategias para el uso de materiales fabricados en plástico reciclado dentro de la construcción tradicional.

3 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La generación de plástico en la población mundial, desde el año 1950 ha ido en aumento, donde se han superado más de 400 millones de toneladas por año; los principales países generadores de plástico son Alemania, Estados Unidos y Reino Unido (Geyer et al., 2017); de acuerdo a lo publicado por Rochman et al. (2013), en el año 2050, se podría tener una generación de residuos de plástico de aproximadamente 33 billones de toneladas, por lo que dentro de las principales acciones a tomar a nivel mundial es la disminución de producción de plástico.

De acuerdo a lo publicado por la Agencia Europea de Medio Ambiente – AEMA (2023), aproximadamente un tercio de todos los recursos que son utilizados en los diferentes sectores económicos se convierten finalmente en emisiones y en residuos; además que por persona se producen aproximadamente cuatro toneladas anuales de residuos.

Por su lado al comparar los sistemas de recolección de residuos en países desarrollados con Latinoamérica, estos últimos cuentan con sistemas óptimos que permiten la recolección de los residuos puerta a puerta dentro de las áreas urbanas, donde se recoge aproximadamente el 85% de los residuos generados por la población, y en las áreas rurales aproximadamente el 30% de éstos (Bancomundial, 2019). Sin embargo, el manejo de los residuos, no es el adecuado en cuanto a desechos plásticos se trata, lo que ha generado un efecto adverso en el medio ambiente.

Un estudio realizado por la agremiación ACOPLASTICOS (2022), en Colombia se cuenta con una capacidad de producción de aproximadamente 1.350.000 toneladas de plástico, y de éstas, solo 750.000 toneladas corresponden a empaques y envases plásticos; donde además solo el 40% de estos últimos pueden ser recicladas de manera mecánica y el otro 60% solo pueden ser aprovechados mediante reciclaje químico; sin embargo, la población solo recicla en la actualidad el 20% de los empaques y envases plásticos.

Por esta razón se ha planteado este proyecto, con el fin de presentar una oportunidad de mejora para el sector de la construcción, al realizar aprovechamiento de los residuos plásticos generados por la población, y que se puedan transformar con ayuda de tecnología, para ser utilizados en la fabricación de algunos materiales que cumplan con los requisitos normativos y que puedan sustituir algunos materiales tradicionales utilizados en este sector.

Para la formulación de esta propuesta, serán tenidas en cuenta algunas investigaciones y proyectos elaborados por otros autores, así como el análisis de información obtenida de fuentes primarias y secundarias, donde se han planteado propuestas de la utilización de plástico reciclado y otros materiales para la fabricación de piezas que puedan ser utilizadas en la construcción.

Con este proyecto, los principales aportes generados a la comunidad son la reducción del consumo de recursos naturales como la madera, aluminio, acero, entre otros, para la fabricación de los materiales tradicionales utilizados en construcción; el aprovechamiento de los residuos de plástico utilizados para la fabricación de materiales sustitutos; la reducción de los índices de contaminación ambiental local y regional; y se ha logrado identificar que al reciclar los residuos plásticos para fabricar materiales alternos para el sector de la construcción, se podrá mejorar de manera significativa la sostenibilidad climática (Jawaid et al., 2023).

El plástico juega un papel importante en la vida diaria de la población y la generación de residuos de este tipo de materiales ha sido un elemento inevitable, por lo que emplearlos en el sector de la construcción es una opción adecuada para la gestión de los residuos que a su vez ayudará a la sostenibilidad ambiental.

4 MARCO DE REFERENCIA

4.1 Estado del Arte

Para la construcción del estado del arte, se inició con la revisión bibliográfica y recolección de la información, a través de la consulta de distintas publicaciones desde los años 2017 al 2024, que se obtuvieron mediante la revisión de bases de datos como Google Académico, Redalyc, Scopus, en total se encontraron 16.900 publicaciones (9.557 Google Académico, 6.915 Redalyc, 4.280 Scopus). Del número total de publicaciones, se analizó el título y el resumen revisando que tuvieran relación con el tema a tratar en la monografía; y se tomó una muestra de 10 investigaciones.

Se inició analizando el artículo realizado por Rodríguez et al. (2017), titulado Factibilidad de uso del PET reciclado en elementos de cubiertas y envoltentes; esta investigación es un aporte que sienta las bases sobre cómo transformar el PET reciclado con calor de forma no industrializada con valores de resistencias tanto mecánicas como térmicas que cumplen con lo estipulado en el reglamento de construcción, para que pueda ser considerado un nuevo material de construcción para cubierta y revestimientos (Rodríguez et al., 2017).

Luego se analizó el proyecto realizado por Piñeros y Herrera (2018), titulado Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda; donde se propuso un nuevo elemento para la construcción con polímeros reciclados, estableciendo una alternativa a otras tecnologías de construcción tradicionales que consumen recursos no renovables, o que producen un impacto ambiental negativo, cumpliendo con estándares de calidad y normatividad vigente para este tipo de materiales (Piñeros y Herrera, 2018).

También se analizó el trabajo realizado por Castillo (2018), titulado Análisis de la implementación de ladrillos fabricados a partir de plástico reciclado como material de construcción; donde los resultados indicaron que los plásticos que pueden ser utilizados para la fabricación de materiales de construcción, pertenecen al grupo de los termoplásticos, donde se resalta el tereftalato de polietileno, el cual forma parte de un conjunto de materiales confeccionados y evaluados bajo parámetros técnicos resistentes a la humedad, corrosión,

putrefacción, excelente aislante térmico, acústico y eléctrico, de bajo peso y que no requiere mano de obra especializada para su ensamble, factibles de sustituir gran parte de los agregados pétreos en las construcciones (Castillo, 2018).

Por otro lado, se analizó el estudio realizado por Galindo (2018), titulado Revisión bibliográfica sobre el uso del plástico como un nuevo material en fabricación de bloques de concreto para la industria de la construcción; para esto se utilizaron fuentes bibliográficas basados en artículos referentes al tema de estudio, a través de un análisis bibliométrico se tomaron 20 referencias, y se realizó un análisis de cada artículo referente a los objetivos requeridos y se logró obtener un comparativo de metodologías e interpretación de resultados de cada autor y la metodología a desarrollar (Galindo, 2018).

Otro trabajo analizado, fue el desarrollado por Botet (2019), titulado Estudio de los plásticos como material reciclado para la obtención de material de construcción; en el cual se trató de conocer las propiedades de los diferentes tipos de plástico, sus aplicaciones, las formas de procesamiento para su reciclaje, aditivos necesarios, las leyes de gestión de residuos, entre otros, y poner ejemplos de empresas enfocadas a la construcción o urbanismo que utilizan el plástico reciclado como su materia prima, promoviendo así la economía circular (Botet, 2019).

Se analizó también el trabajo realizado por Moreno (2020), titulado Modelo de negocio basado en manejo ambiental de las bolsas poscosecha de plátano y banano recolectadas en campo, para el aprovechamiento mediante la producción de materias primas con plástico reciclado en el municipio de Fuentedeoro – Meta; mediante el desarrollo del modelo Canvas, para definir la estructura básica del modelo de negocio; y se logró determinar los productos y servicios que se pueden ofrecer en la empresa de plásticos posconsumo, procesados para el uso industrial, que es el plástico proveniente de la protección del racimo de plátano, en hoja limpio, seco y compactado, hojuelas, otros plástico como PP, PET, entre otros (Moreno, 2020).

Por otro lado, se analizó el proyecto de Becerra et al. (2021), titulado Aprovechamiento y transformación de materiales plásticos reciclados, para la elaboración de prefabricados y encofrados empleados en el área de la construcción en la ciudad de Bogotá; con el fin de que estos elementos sean utilizados como complemento principal y sustituto de los productos que se

emplean comúnmente en el área de la construcción, teniendo en cuenta algunas de sus propiedades mecánicas (corte, tracción, compresión, flexión) y pruebas requeridas para determinar su comportamiento, tal como fue evidenciado en los documentos guías que fueron consultados (Becerra et al., 2021).

Otro trabajo analizado, fue el realizado por Bailón y Huatuco (2021), titulado Uso de plástico PET como agregado en la fabricación de unidades de albañilería ecológica para la construcción de muros de cerramiento en el sector Cooperativa Santa Isabel, distrito de Huancayo; donde se llegó a la conclusión de que el material es viable para la fabricación de este tipo de materiales, la resistencia varía significativamente, siendo así la dosificación del 100% de material PET como reemplazo al agregado grueso el cual presenta mayor resistencia en consideración a la muestra patrón (Bailón y Huatuco, 2021).

También se analizó el trabajo realizado por Fernández (2021), titulado Incorporación del plástico reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto en viviendas multifamiliares; donde se concluyó que existe una relación directamente proporcional entre el aumento incorporación del plástico reciclado y la disminución de la resistencia a la compresión, por lo cual se recomienda no hacer uso del concreto estructural, solo para usos no estructurales se debería tener en cuenta, puesto que el uso del plástico reciclado significaría un apoyo sin igual a evitar que continúe la contaminación del planeta (Fernández, 2021).

Se analizó también la investigación realizada por Romero (2022), titulado Reutilización y reciclaje de elementos o materiales de plástico en arquitectura: buenas prácticas en España; donde se inició con una introducción del origen de los plásticos, su evolución y aplicaciones hasta llegar a la situación actual; luego se analizaron los distintos tipos de plástico para conocer sus principales características y su capacidad de ser reciclados, posteriormente se analizaron los plásticos que pertenecen al sector de la construcción, exponiendo sus posibles usos, propiedades y su posterior tratamiento y procesado; y finalmente se realizó una búsqueda de los diferentes proyectos arquitectónicos, técnicas constructivas y materiales fabricados a partir de plásticos reutilizados y reciclados (Romero, 2022).

4.2 Marco Teórico

4.2.1 Clasificación de los plásticos

De acuerdo a las propiedades y características de los plásticos, se pueden clasificar en distintos grupos, como se muestra a continuación (Acoplásticos, 2021):

- Clasificación de plásticos según el monómero o molécula base, pueden ser naturales que se encuentran principalmente en los árboles como por ejemplo la celulosa y la caseína; o sintéticos que se originan mediante la síntesis de diferentes reacciones químicas que son derivadas del petróleo como por ejemplo el polipropileno.
- Clasificación de plásticos según el comportamiento al someterlo al calor, pueden ser termoplásticos donde presentan deformación y alcanzan un estado líquido, pueden ser moldeables y se endurecen en un estado vítreo, como por ejemplo el PVC y el poliestireno; o termoestables donde presentan deformación, son moldeables y se solidifican al enfriarse, pero no se pueden volver a fundir porque tienen tendencia a incendiarse, como por ejemplo las resinas epoxi y el poliéster.
- Clasificación de plásticos según la estructura molecular, pueden ser amorfos donde sus moléculas permiten el paso de la luz al no tener un orden específico y dejar huecos en la cadena; semi cristalinos donde tienen áreas amorfas y otras en orden, y si son de poco espesor pueden permitir el paso de la luz; cristalizables donde pueden ser manipulables en su transparencia y se pueden enfriar de manera rápida o lenta; commodities que son los más comunes debido a que para su fabricación no se requiere tecnología alta y son de alta demanda; y de ingeniería donde es necesaria tecnología alta para su fabricación, tienen costos elevados, y son producidos específicamente para cumplir con alguna función estructural o aislante.

4.2.2 Propiedades principales de los plásticos usados en construcción

Los plásticos utilizados en la construcción cuentan con ciertas propiedades similares a los materiales comunes, que al ser transformados con alta tecnología pueden proporcionar gran versatilidad y ventajas funcionales a las construcciones modernas. Las principales propiedades de los plásticos se muestran a continuación (Acoplásticos, 2021):

- Durabilidad y resistencia: una vez son procesados, los plásticos presentan alta resistencia al impacto, la tensión, la compresión y la deformación; por lo que pueden ser aptos para el cumplimiento de la normatividad aplicable en construcción. También tienen alta resistencia

química frente a deterioros por sal, sol, agua y otros productos, generando una durabilidad alta y ahorrando costos por mantenimiento o cambio frecuente.

- **Atoxicidad:** por ser plásticos inertes, no representan peligro alguno para la salud humana, tanto así, que el PVC es uno de los principales plásticos utilizados en la conducción del agua potable y ha sido de los materiales aprobados por la Organización Mundial de la Salud.
- **Aislante acústico y térmico:** los plásticos no son buenos conductores del calor, por lo que permiten mantenerlo, debido a su configuración química. Además, no permite que las ondas mecánicas del sonido pasen fácilmente, por lo que se consideran buenos aislantes acústicos.
- **Aislantes eléctricos:** por sus cualidades de versatilidad y flexibilidad, son materiales aislantes de electricidad, además que brindan seguridad frente a cortos, son utilizados principalmente para recubrimientos y circuitos.
- **Inflamabilidad baja:** la mayoría de los plásticos utilizados en la construcción, cuentan con un polímero que es resistente al fuego, y además durante su transformación se aplican ciertos aditivos para retardar la formación de llamas, o en caso de que suceda un incendio, estos materiales se quemen de manera lenta; es por esta razón que este tipo de materiales han ido desplazando el uso de la madera para hacer construcciones con mayor seguridad.
- **Fácil instalación y mantenimiento:** los productos plásticos pueden ser transportados fácilmente hacia los sitios de las construcciones y su instalación es fácil; y por sus propiedades de resistencia no es necesario realizar mantenimientos frecuentes.
- **Livianos:** debido a la composición química de los plásticos, resultan ser materiales livianos pero resistentes, por lo que su manipulación y transporte es fácil; lo que ha permitido tener construcciones livianas y económicas.

4.2.3 Características principales de los plásticos usados en construcción

Los plásticos utilizados en la construcción deben de contar con unas características específicas, pues no todos pueden ser sometidos a procesos alternos para ser reutilizados; los plásticos que pueden ser utilizados en la construcción son: poli cloruro de vinilo (PVC), poli estireno expandido (EPS), poli estireno de alta densidad (PEAD), poli estireno de baja densidad (PEBD), polipropileno (PP), polietileno teraftalato (PET), poliuretano (PU), policarbonato (PC), poli estireno (PS).

Adicionalmente, a continuación, se presentan las características de algunos de estos plásticos, las ventajas para el medio ambiente al ser utilizados, las ventajas para la salud, y la aplicación dentro de la construcción (Plastivida, 2007):

- *Características del polietileno tereftalato (PET):* Son resistentes a radiaciones ultravioletas, el clima, el viento, por lo que pueden ser utilizados en intemperie; poseen una resistencia mayor al impacto, que las que tiene el acrílico; es liviano, irrompible, impermeable y transparente.
- *Características del poli cloruro de vinilo (PVC):* Pueden ser moldeables en piezas rígidas o flexibles; pueden ser cristalinas, opacas o coloreadas; pueden ser utilizadas en diferentes tamaños; son livianos y resistentes a la intemperie, a la abrasión y corrosión; soporta requerimientos mecánicos altos (como es el caso de las tuberías).
- *Características del poli estireno de alta densidad (PEAD):* Resistentes a temperaturas bajas; liviano, impermeable e irrompible; resistentes a la humedad y al agua; durables, livianos, económicos y bajo costo de mantenimiento.
- *Características del poli estireno de baja densidad (PEAB):* Flexible y transparente; liviano, impermeable e irrompible; bajo costo.
- *Características del policarbonato (PC):* Tiene alta resistencia a la temperatura; cuenta con propiedades mecánicas; es manipulable con productos químicos.
- *Características del polipropileno (PP):* Tiene alta resistencia a la temperatura y a la abrasión; impermeable, brillante, liviano e irrompible; cuenta con vida útil mayor a 20 años; es manipulable con productos químicos.
- *Características del poli estireno expandido (EPS):* Tiene una conductividad térmica baja; resistente a la compresión; alta capacidad aislante; amortiguación alta; es manipulable con productos químicos; estabilidad ante temperaturas bajas.
- *Características del poliuretano (PU):* Resistente a la corrosión; flexible y liviano; resistente a la temperatura; es manipulable con productos químicos.

4.2.4 Gestión de proyectos

La gestión de proyectos es la disciplina de planificar, organizar, asegurar y controlar los recursos para alcanzar objetivos específicos dentro de un tiempo y presupuesto determinados, buscando coordinar todos los aspectos de un proyecto desde su inicio hasta su finalización,

asegurando que se cumplan los requisitos y expectativas de los interesados (Project Management Institute, 2017).

Algunos componentes clave de la gestión de proyectos incluyen:

- **Definición del Alcance:** Establecer qué se va a entregar y qué no, delimitando claramente los objetivos y entregables del proyecto.
- **Planificación:** Desarrollar un plan detallado que incluya las tareas, cronograma, recursos necesarios y presupuesto.
- **Organización:** Coordinar y asignar tareas y recursos, definiendo roles y responsabilidades dentro del equipo del proyecto.
- **Ejecución:** Implementar el plan de proyecto, monitoreando el progreso y realizando ajustes según sea necesario.
- **Monitoreo y Control:** Evaluar el desempeño del proyecto en relación con el plan, asegurando que los plazos y presupuestos se respeten y que los riesgos se gestionen adecuadamente.
- **Cierre:** Completar todas las actividades del proyecto, entregar el producto final a los interesados y evaluar el éxito del proyecto para aprender lecciones para futuros proyectos.

La gestión de proyectos es fundamental en una amplia variedad de industrias, desde la construcción y la ingeniería hasta el software y los servicios, para esto se utilizan metodologías y herramientas específicas, como el PMBOK (Project Management Body of Knowledge), PRINCE2 (PROjects IN Controlled Environments), y métodos ágiles como Scrum, para guiar el proceso de gestión de manera efectiva (Project Management Institute, 2017).

4.2.5 Sector construcción

El sector de la construcción, es considera como el sector más productivo de los países, debido a que impulsan en desarrollo económico, mediante el progreso de la sociedad; brindando respuesta a ciertas necesidades de la población mediante el desarrollo de proyectos de solución de vivienda, o proyectos de infraestructura, generando de manera indirecta actividades en otros sectores de la economía siendo una fuente de trabajo permanente (Vallejo, 2007).

De acuerdo a lo establecido por la Cámara Colombiana de Construcción – CAMACOL (2019), el sector de la construcción se encuentra dividido en dos subsectores que son: edificaciones, que se refiere a las construcciones en altura; e infraestructura, que se refiere a la construcción de obras civiles. Este sector es considerado como uno de los más importantes a nivel nacional, pues debe estar alineado al plan de ordenamiento territorial que defina el gobierno de cada país.

Ahora bien, a nivel mundial, este sector ha logrado la implementación de diferentes actividades enfocadas a la innovación, mediante la aplicación de diferentes tecnologías nuevas en los procesos productivos, debido a que en general, las entregas de proyectos se ven afectadas por retrasos o por la poca eficiencia en el uso de los recursos, aumentando así los costos de producción (Vallejo, 2007).

Las principales acciones encaminadas hacia la innovación de los procesos, está la implementación de metodologías enfocadas a la aplicación de gestión adecuada de recursos que se utilizan dentro de los proyectos de construcción, lo que conlleva a tener una planificación adecuada para la ejecución de las obras, y mediante la aplicación de diferentes técnicas de administración orientadas a la obtención de mejoras en los servicios que se ofertan.

4.3 Marco Legal

Las diferentes normas que están relacionadas con el manejo de residuos y construcciones, se enuncian a continuación:

Tabla 1 Normatividad aplicable

Norma	Año de emisión	Descripción
Ley 09	1979	Se establecen medidas sanitarias referentes al manejo de los residuos sólidos (UPME, 2020).
Resolución 541	1994	Se reglamenta el cargue, descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales concretos y agregados sueltos en construcción (UPME, 2020).
Ley 430	1998	Se establecen las normas prohibitivas en materia ambiental que hacen referencia a los residuos peligrosos y se dictan otras disposiciones (UPME, 2020).
Resolución 1407	1998	Se establece la reglamentación de gestión ambiental referentes a los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio y metal (UPME, 2020).
Ley 400	1997	Se establecen las normas sobre construcciones sismo resistentes, y otros materiales y métodos alternos de diseño y construcción (UPME, 2020).
NTC 4026	1997	Ingeniería civil y arquitectura. Unidades (bloques y ladrillos) de concreto, para mampostería estructural. Establece los requisitos para unidades de mampostería, perforadas o macizas de concreto elaboradas con cemento portland, agua y agregados minerales. Contiene clasificación, materiales, requisitos físicos, muestreo y ensayo (ICONTEC, 2024).
NTC 4076	2017	Unidades de concreto para mampostería no estructural. Establece los requisitos para unidades de concreto para mampostería, perforadas o macizas, elaboradas con cemento hidráulico, agua, agregados minerales, con la inclusión o no de otros materiales (ICONTEC, 2024).
NTC 4205-2	2009	Unidades de mampostería de arcilla cocida. Ladrillos y bloques cerámicos. Parte 2: Mampostería no estructural. Establece los requisitos que deben cumplir los ladrillos de arcilla, utilizados como unidades de mampostería no estructural en muros interiores divisorios y cortafuegos no estructurales o muros exteriores que tengan un acabado de protección con revoque (ICONTEC, 2024).
NTC 6033	2013	Etiquetas ambientales tipo I. Sello ambiental colombiano (SAC) criterios ambientales para ladrillos y bloques de arcilla.

		Especifica los requisitos ambientales para ladrillos y bloques de arcilla y demás productos afines de la industria ladrillera (ICONTEC, 2024).
NTC 3318	2021	Concreto. Requisitos de producción y de producto. Los requisitos mínimos de producción y de producto para el concreto premezclado son aquellos estipulados en esta norma o los ordenados por el usuario del concreto (ICONTEC, 2024).
NSR 10	2010	Reglamento Colombiano de construcción sismo resistente (ICONTEC, 2024).
NTC 4024	2008	Prefabricados de concreto. Muestreo y ensayo de prefabricados de concreto no reforzados, vibrocompactados. Establece los procedimientos para el muestreo y el ensayo de prefabricados de concreto (ICONTEC, 2024).

Fuente. (UPME, 2020), (ICONTEC, 2024)

5 DISEÑO METODOLÓGICO

5.1 Ruta de Investigación

Este proyecto fue de tipo cualitativo, debido a que se describieron y analizaron diferentes cualidades del tema a investigar, como lo argumenta Sampieri y Baptista (2006), se buscó especificar características y propiedades de un objeto, grupo, comunidad o tema que sea sometido a análisis; por otro lado, también fue de tipo descriptivo, que como argumentan Cid, Méndez y Sandoval (2011), se descompuso el tema objeto de investigación en las partes que lo constituyen, mediante la evaluación, medición y recolección de los datos del objeto de estudio.

5.2 Población y Muestra

La población para esta investigación fueron las empresas constructoras existentes en Colombia y la muestra a seleccionar, fueron las constructoras de la ubicadas en el eje cafetero, con el fin de analizar el interés en utilizar materiales elaborados a partir de plástico reciclado.

Para definir el tamaño de la muestra, se utilizó la técnica de muestreo no probabilístico por conveniencia, que como argumenta Malhotra (2008), se partió de una población ya identificada y se escogió el número de instrumentos de medición a aplicar; para el caso de las constructoras de Pereira, se seleccionaron 15 empresas constructoras ubicadas en el eje cafetero para la aplicación del instrumento, debido a la cercanía y fácil contacto de personas que trabajan en éstas.

5.3 Instrumentos de recolección de la información

Como instrumentos de recolección de la información para esta investigación, fue la aplicación de una encuesta (ver anexo 1) a la muestra seleccionada, con el fin de conocer su interés de incluir materiales fabricados a partir del plástico reciclado dentro de sus procesos de construcción; adicionalmente se tuvo en cuenta información obtenida a través de la revisión de bibliografía frente al tema de investigación, consultada a través de internet, investigaciones anteriores realizadas por otros autores, asesorías con expertos en el tema, con el fin de determinar la viabilidad del uso de los residuos plásticos en la fabricación de materiales para la construcción.

5.4 Análisis de la información

En la siguiente tabla, se presentan las herramientas de análisis de información y datos utilizada luego de aplicar los instrumentos para dar cumplimiento con cada objetivo específico.

Tabla 2 Análisis de Datos

Objetivo	Instrumento	Análisis de datos
Indagar en el sector de la construcción, sobre la aceptación y uso de materiales de construcción fabricados a partir de plástico reciclado.	<ul style="list-style-type: none"> Encuesta a través de herramienta Google Forms. 	Se tabuló y analizó mediante estadística descriptiva en una hoja de Excel con el fin de identificar tendencias mediante frecuencias, porcentajes y gráficas.
Identificar y caracterizar los materiales de construcción que se pueden desarrollar en plástico reciclado.	<ul style="list-style-type: none"> Observación directa 	
Analizar los beneficios y desventajas del uso de materiales en plástico reciclado dentro de la construcción en Colombia.	<ul style="list-style-type: none"> Observación directa 	Se revisó bibliografía a través de internet y bases de datos de Google Académico, Scopus y Redalyc.
Plantear estrategias para el uso de materiales fabricados en plástico reciclado dentro de la construcción tradicional.	<ul style="list-style-type: none"> Observación directa 	

Fuente. Elaboración propia.

5.5 Variables e hipótesis

Las variables de estudio utilizadas para llevar a cabo la investigación fueron:

- Variable independiente: sector de la construcción
- Variable dependiente: materiales fabricados en plástico reciclado

Adicionalmente, se definió como hipótesis:

La implementación de materiales desarrollados con plástico reciclado, pueden considerarse como una alternativa para el sector de la construcción, cumpliendo con las normas y características similares a los materiales tradicionales.

6 Consideraciones Éticas del Proyecto

Las consideraciones éticas que se tendrán en cuenta en esta investigación, son:

- **Secreto Profesional:** Se garantizará el anonimato de las empresas participantes en la aplicación de las encuestas y se respetará el derecho a la privacidad.
- **Derecho a la información:** Las empresas participantes en la investigación, podrán solicitar información sobre el objetivo de la misma, los procedimientos y los resultados en cualquier momento.
- **Divulgación:** Los resultados se compartirán con la institución educativa para la cual se desarrollará la investigación.
- **Acompañamiento:** El estudiante que realiza la investigación recibirá orientación de un asesor en todas las etapas del proceso de investigación, incluyendo aspectos teóricos, metodológicos y éticos.

Además, a estos principios, los estudiantes que realizaron la investigación, desarrollaron las actividades planteadas con respeto y responsabilidad con la comunidad científica y académica, referenciando la bibliografía investigada y citándola durante el desarrollo del documento final, para garantizar el respeto por los derechos de autor.

Finalmente, para garantizar que la información recolectada solo fue utilizada para fines académicos, se hizo firmar un formato de aceptación y autorización para participar de la investigación (ver Anexo 2).

7 Análisis de resultados

7.1 Resultado y análisis del instrumento

Se realizó la aplicación de la encuesta a 15 empresas constructoras ubicadas en la ciudad de Pereira, con el fin de identificar la aceptación y uso de materiales de construcción fabricados a partir de plástico reciclado; la información fue recolectada a través de un formulario de Google Forms, de manera presencial, y para cinco empresas se realizó a través de llamada telefónica, y fueron los investigadores quienes diligenciaron las respuestas en el formulario.

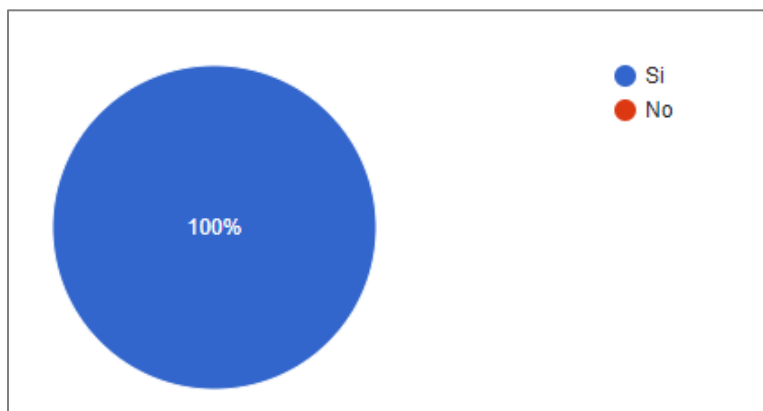
Los resultados obtenidos con la aplicación de la encuesta fueron:

Pregunta 1. ¿Tiene conocimiento sobre los materiales sostenibles fabricados a partir de residuos plásticos, utilizados en la construcción?

Tabla 3. Tabulación de resultados pregunta 1.

Ítem	Cantidad	Porcentaje
Si	15	100%
No	0	0%
Total	15	100%

Figura 1. Gráfico de resultados pregunta 1.



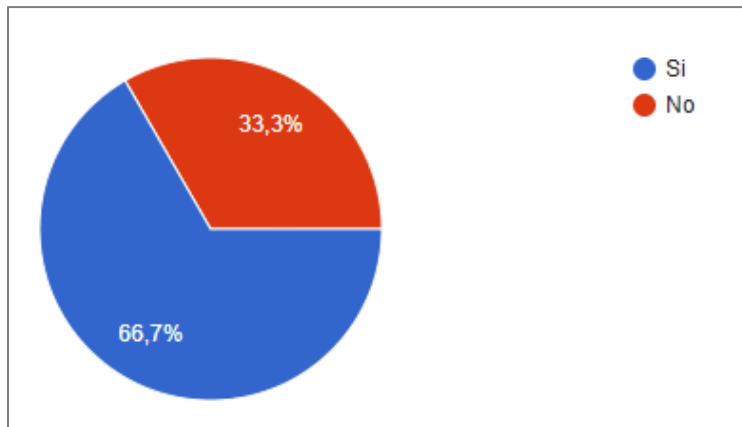
En esta gráfica se observa que la totalidad de las empresas constructoras encuestadas, tiene conocimiento sobre los materiales sostenibles fabricados a partir de residuos plásticos, utilizados en la construcción; siendo un resultado satisfactorio para la investigación.

Pregunta 2. ¿Estaría interesado en conocer sobre la construcción de viviendas con materiales fabricados a partir de residuos plásticos?

Tabla 4. Tabulación de resultados pregunta 2.

Ítem	Cantidad	Porcentaje
Si	10	67%
No	5	33%
Total	15	100%

Figura 2. Gráfico de resultados pregunta 2.



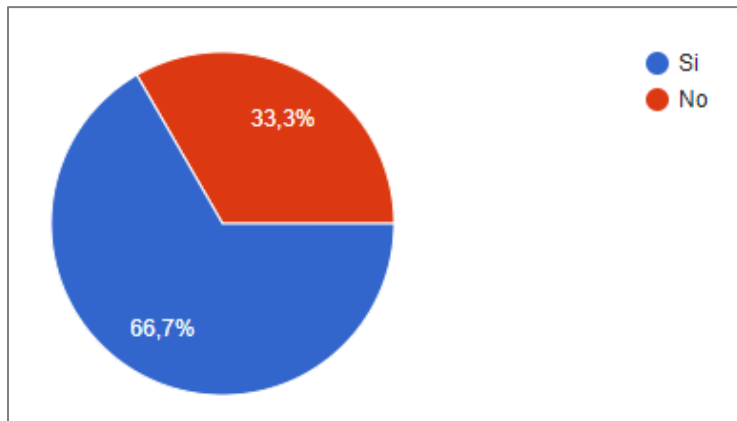
En esta gráfica se observa que el 67% de las empresas constructoras encuestadas están interesadas sobre la construcción de viviendas con materiales fabricados a partir de residuos plásticos, y el 33% no; siendo este resultado también satisfactorio para la investigación, pues la mayoría de empresas muestra interés.

Pregunta 3. ¿Estaría dispuesto a utilizar productos plásticos para tareas de poco riesgo estructural?

Tabla 5. Tabulación de resultados pregunta 3.

Ítem	Cantidad	Porcentaje
Si	10	67%
No	5	33%
Total	15	100%

Figura 3. Gráfico de resultados pregunta 3.



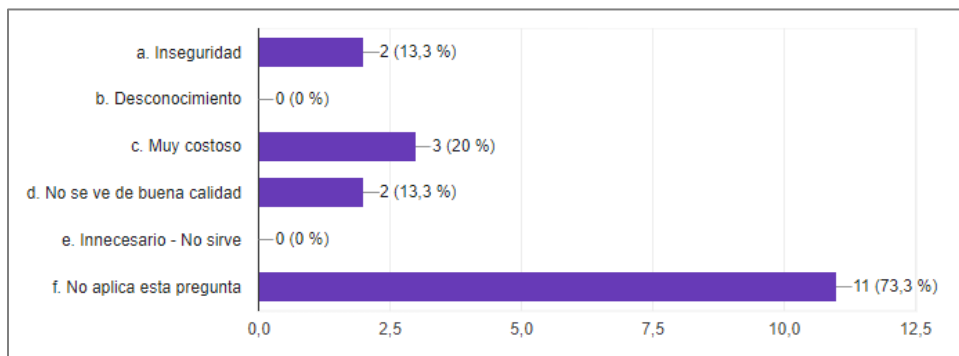
En esta gráfica se observa que el 67% de las empresas encuestadas estaría dispuesto a utilizar productos plásticos para tareas de poco riesgo estructural, como una forma de contribuir con el impacto generado en el medio ambiente; y el 33% no; siendo también este resultado satisfactorio para la investigación.

Pregunta 4. Si su respuesta anterior fue no, seleccione la razón por cual no adquiriría los productos:

Tabla 6. Tabulación de resultados pregunta 4.

Ítem	Cantidad	Porcentaje
Inseguridad	2	11%
Desconocimiento	0	0%
Muy costoso	3	17%
No se ve de buena calidad	2	11%
Innecesario - No sirve	0	0%
No aplica esta pregunta	11	61%
Total	18	100%

Figura 4. Gráfico de resultados pregunta 4.



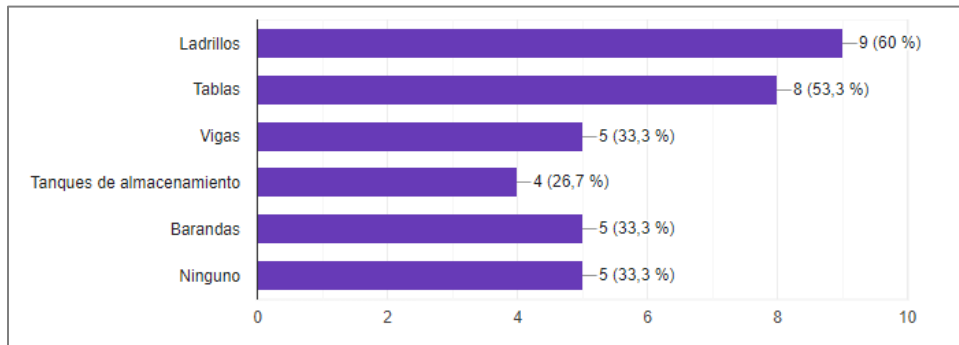
En esta pregunta, las empresas encuestadas podían seleccionar las respuestas que más se acercaran a sus motivos por los cuales no utilizarían productos fabricados a partir de plástico reciclado en tareas de poco riesgo estructural; y se encontró que el 11% lo hace por inseguridad, el 17% por considerarlo muy costoso, el 11% no lo ven de buena calidad; este resultado es adecuado para la investigación, ya que permite tenerlo en cuenta durante el planteamiento de las estrategias para impulsar el uso de estos elementos en la construcción tradicional.

Pregunta 5. ¿Cuáles de los siguientes productos estaría dispuesto a utilizar en la construcción?

Tabla 7. Tabulación de resultados pregunta 5.

Ítem	Cantidad	Porcentaje
Ladrillos	9	25%
Tablas	8	22%
Vigas	5	14%
Tanques de almacenamiento	4	11%
Barandas	5	14%
Ninguno	5	14%
Total	36	100%

Figura 5. Gráfico de resultados pregunta 5.



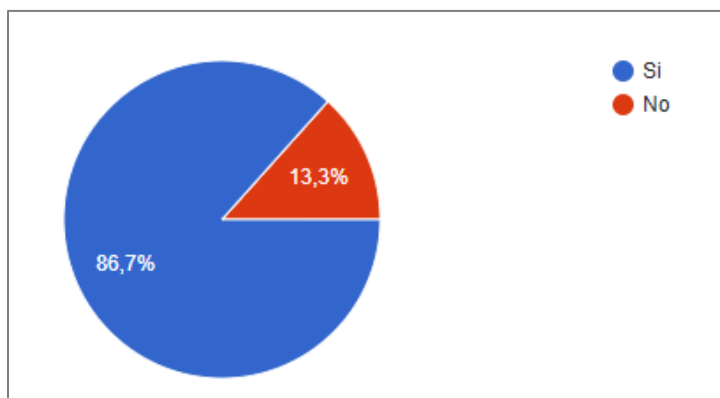
En esta gráfica se muestra el tipo de elementos fabricados a partir de plástico reciclado, que las empresas encuestadas estaría dispuesta a utilizar en sus procesos de construcción tradicional, y son 25% ladrillos, 22% tablas, 14% vigas, 11% tanques de almacenamiento, 14% barandas, y 14% ningún elemento; este resultado evidencia que el 86% de las empresas, utilizarían por lo menos alguno de estos elementos, siendo satisfactorio para la investigación.

Pregunta 6. A nivel interno, ¿realiza separación de sus residuos para ser usados como materia prima en elaboración de nuevos productos para la construcción?

Tabla 8. Tabulación de resultados pregunta 6.

Ítem	Cantidad	Porcentaje
Si	13	87%
No	2	13%
Total	15	100%

Figura 6. Gráfico de resultados pregunta 6.



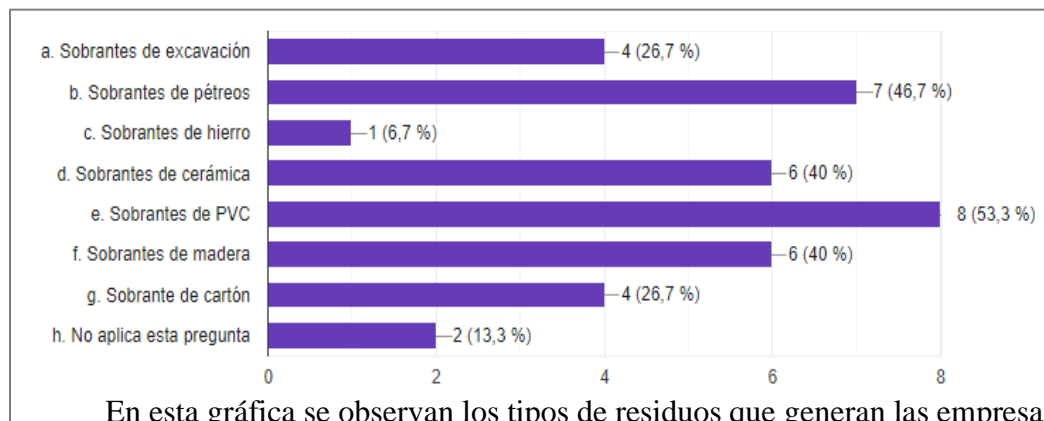
En esta gráfica se evidencia que el 86,7% de las empresas encuestadas, realiza separación de los residuos generados en sus procesos, y que a su vez, son reutilizados ya sea dentro de las obras, o entregados como insumo para la fabricación de nuevos productos; y el 13.3% de las empresas no lo hace; siendo este resultado llamativo para la investigación, pues evidencia que la mayoría de empresas constructoras tiene una cultura de prevención y conservación del medio ambiente en sus procesos y con los elementos utilizados.

Pregunta 7. Si su respuesta anterior fue si, seleccione cuales residuos separación y reutilización:

Tabla 9. Tabulación de resultados pregunta 7.

Ítem	Cantidad	Porcentaje
Sobrantes de excavación	4	11%
Sobrantes de pétreos	7	18%
Sobrantes de hierro	1	3%
Sobrantes de cerámica	6	16%
Sobrantes de PVC	8	21%
Sobrantes de madera	6	16%
Sobrantes de cartón	4	11%
No aplica esta pregunta	2	5%
Total	38	100%

Figura 7. Gráfico de resultados pregunta 7.



En esta gráfica se observan los tipos de residuos que generan las empresas encuestadas y que son reutilizados dentro de las obras, o son entregados para que sean tratados y aprovechados

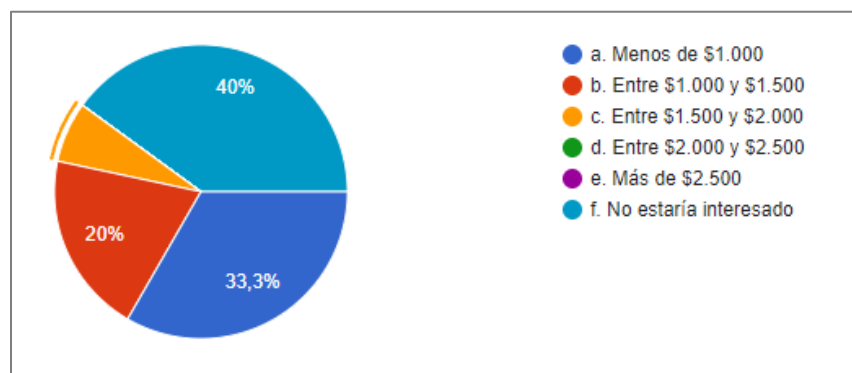
en la fabricación de nuevos materiales para la construcción; el 11% son sobrantes de excavación, el 18% sobrantes de pétreos, el 3% sobrantes de hierro, el 16% sobrantes de cerámica, el 21% sobrantes de PVC, el 16% sobrantes de madera, el 11% sobrantes de cartón, y el 5% no realiza separación de residuos; siendo esta información interesante para la investigación, ya que demuestra que las empresas constructoras utilizan la mayoría de residuos generados, ayudando a la preservación del medio ambiente.

Pregunta 8. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un ladrillo fabricado en plástico reciclado?

Tabla 10. Tabulación de resultados pregunta 8.

Ítem	Cantidad	Porcentaje
Menos de \$1.000	5	33%
Entre \$1.000 y \$1.500	3	20%
Entre \$1.500 y \$2.000	1	7%
Entre \$2.000 y \$2.500	0	0%
Más de \$2.500	0	0%
No estaría interesado	6	40%
Total	15	100%

Figura 8. Gráfico de resultados pregunta 8.



En esta figura se observa que el 33% de las empresas encuestadas estaría dispuesta a pagar menos de \$1.000, por un ladrillo fabricado en plástico reciclado; el 20% entre \$1.000 y \$1.500; el 7% entre \$1.500 y \$2.000; y el 40% no estaría interesado. El resultado evidencia que

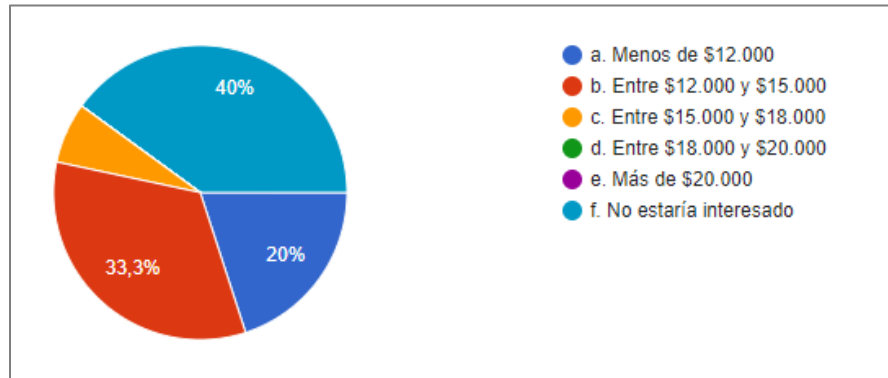
la mayoría de las empresas estarían dispuestas a pagar hasta \$1.500 por un ladrillo fabricado en plástico reciclado, siendo este resultado satisfactorio para la investigación.

Pregunta 9. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una tabla (20 cm x 200cm) fabricado en plástico reciclado?

Tabla 11. Tabulación de resultados pregunta 9.

Ítem	Cantidad	Porcentaje
Menos de \$12.000	3	20%
Entre \$12.000 y \$15.000	5	33%
Entre \$15.000 y \$18.000	1	7%
Entre \$18.000 y \$20.000	0	0%
Más de \$20.000	0	0%
No estaría interesado	6	40%
Total	15	100%

Figura 9. Gráfico de resultados pregunta 9.



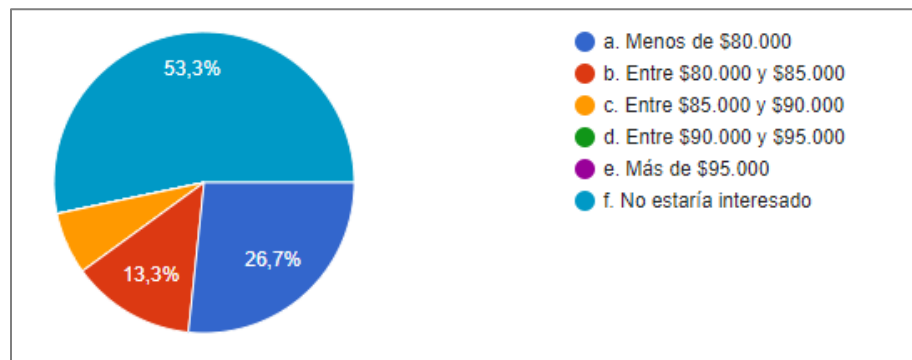
En esta figura se observa que el 20% de las empresas encuestadas estaría dispuesta a pagar menos de \$12.000, por tabla (20 cm x 200cm) fabricada en plástico reciclado; el 33% entre \$12.000 y \$15.000; el 7% entre \$15.000 y \$18.000; y el 40% no estaría interesado. El resultado evidencia que la mayoría de las empresas estarían dispuestas a pagar hasta \$15.000 por una tabla fabricada en plástico reciclado, siendo este resultado satisfactorio para la investigación.

Pregunta 10. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una viga (20 cm x 50 cm x 300cm) fabricado en plástico reciclado?

Tabla 12. Tabulación de resultados pregunta 10.

Ítem	Cantidad	Porcentaje
Menos de \$80.000	4	27%
Entre \$80.000 y \$85.000	2	5%
Entre \$85.000 y \$90.000	1	3%
Entre \$90.000 y \$95.000	0	0%
Más de \$95.000	0	0%
No estaría interesado	8	21%
Total	15	56%

Figura 10. Gráfico de resultados pregunta 10.



En esta figura se observa que el 27% de las empresas encuestadas estaría dispuesta a pagar menos de \$80.000, por viga (20 cm x 50 cm x 300cm) fabricada en plástico reciclado; el 13% entre \$80.000 y \$85.000; el 7% entre \$85.000 y \$90.000; y el 53% no estaría interesado. El resultado evidencia que la mayoría de las empresas estarían dispuestas a pagar hasta \$85.000 por una tabla fabricada en plástico reciclado, siendo este resultado satisfactorio para la investigación.

7.2 Propuesta

Con los resultados obtenidos en la aplicación de la encuesta, se logró identificar el interés de las empresas constructoras de la ciudad de Pereira, por el uso de elementos fabricados a partir de plástico reciclado; por tanto, en este apartado se identificaron los materiales que pueden ser

desarrollados en este material, los beneficios y desventajas de utilizarlos en la construcción tradicional, y se plantearon estrategias para iniciar con su uso.

7.2.1 *Materiales de construcción desarrollados a partir de plástico reciclado.*

Los materiales utilizados en construcción y que son desarrollados a partir del plástico reciclado (polietileno teraftalato – PET), se presentan a continuación:

Tabla 13. Materiales fabricados a partir de polietileno teraftalato - PET.

Materiales fabricados	Principales características	Ventajas y beneficios
<ul style="list-style-type: none"> • Fibras para cortinas, para alfombras y tapicería • Placas para exhibidores o carteles • Ladrillos • Encofrados • Prefabricados 	<ul style="list-style-type: none"> • Este material es resistente a radiaciones del sol, el viento, la intemperie. • Es transparente, liviano, impermeable e irrompible. 	<ul style="list-style-type: none"> • No genera contaminación con el medio ambiente por tratarse de un material inerte. • Genera ahorro de tiempo, energía y dinero al ser termo formado. • Presenta mayor resistencia al impacto. • No es tóxico para la salud.

Fuente. (Plastivida, 2007) (Caballero et al., 2014)

Los materiales utilizados en construcción y que son desarrollados a partir del plástico reciclado (poli cloruro de vinilo – PVC), se presentan a continuación:

Tabla 14. Materiales fabricados a partir de poli cloruro de vinilo - PVC.

Materiales fabricados	Principales características	Ventajas y beneficios
<ul style="list-style-type: none"> • Cañerías para la distribución del agua potable. • Cañerías perforadas y ranuradas para drenar suelos. • Cañerías de riego. 	<ul style="list-style-type: none"> • Este material permite elaborar piezas flexibles y rígidas. • Las piezas pueden ser cristalinas u opacas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Para su fabricación, es necesario utilizar pocas cantidades de recursos no renovables, y poca energía.

<ul style="list-style-type: none">• Láminas utilizadas como impermeabilizante.• Bajantes o canaletas.• Canaletas para instalaciones eléctricas y telefónicas.• Recubrimiento de cables.• Tomacorrientes y enchufes.• Techos y pisos.• Ventanas y puertas.	<ul style="list-style-type: none">• El material es manejable para la elaboración de piezas de diferentes tamaños.• Son de peso bajo.• Resistentes a la intemperie.• Tienen gran soporte de requerimientos mecánicos.• Se pueden instalar fácilmente.• Resistente a la abrasión.• Resistente a la corrosión.• Resistente a la putrefacción.	<ul style="list-style-type: none">• No genera contaminación con el medio ambiente por tratarse de un material inerte.• Tiene buena resistencia ante la presencia de químicos.• Cuenta con larga vida.• Es resistente a la combustión y no propaga llamas.• Es considerado como un aislante térmico brindando seguridad en las construcciones.• Es considerado como un aislante acústico.• Es considerado como un elemento que reduce la acumulación de bacterias e impurezas, siendo seguros para la salud.
---	---	---

Fuente. (Plastivida, 2007) (Caballero et al., 2014)

Los materiales utilizados en construcción y que son desarrollados a partir del plástico reciclado (poli estireno de alta densidad - PEAD), se presentan a continuación:

Tabla 15. Materiales fabricados a partir de poli estireno de alta densidad - PEAD.

Materiales fabricados	Principales características	Ventajas y beneficios
<ul style="list-style-type: none"> • Tuberías para cañerías, para distribución de agua potable. • Revestimiento de cables. • Tuberías para drenaje y uso sanitario. • Canaletas para instalaciones eléctricas y telefónicas. • Recubrimiento de cables. • Paneles de geo membranas y geo textiles. • Paneles para recubrimientos geo sintéticos para centros de disposición de residuos o rellenos sanitarios. • Madera plástica usada en la intemperie. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistentes a temperaturas bajas. • Liviano, impermeable e irrompible. • Resistentes a la humedad y al agua. • Durables, livianos, económicos y bajo costo de mantenimiento. 	<ul style="list-style-type: none"> • No genera contaminación con el medio ambiente por tratarse de un material inerte. • No se presenta contaminación en las capas subterráneas en los rellenos sanitarios por las geo membranas. • No es tóxico para la salud. • Su instalación y manipulación es fácil por su bajo peso.

Fuente. (Plastivida, 2007) (Caballero et al., 2014)

Los materiales utilizados en construcción y que son desarrollados a partir del plástico reciclado (poli estireno de baja densidad - PEAB), se presentan a continuación:

Tabla 16. Materiales fabricados a partir de poli estireno de baja densidad - PEAB.

Materiales fabricados	Principales características	Ventajas y beneficios
<ul style="list-style-type: none"> • Revestimiento para pisos. • Tuberías para riego. • Paletizado de tejas, ladrillos, entre otros. • Recubrimiento de obras en construcción 	<ul style="list-style-type: none"> • Es flexible y transparente. • Es Liviano, impermeable e irrompible. • Bajo costo. 	<ul style="list-style-type: none"> • No genera contaminación con el medio ambiente por tratarse de un material inerte. • No se presenta contaminación en las capas subterráneas en los rellenos sanitarios por las geo membranas. • No es tóxico para la salud. • Su instalación y manipulación es fácil por su bajo peso.

Fuente. (Plastivida, 2007) (Caballero et al., 2014)

Los materiales utilizados en construcción y que son desarrollados a partir del plástico reciclado (policarbonato - PC), se presentan a continuación:

Tabla 17. Materiales fabricados a partir de policarbonato - PC.

Materiales fabricados	Principales características	Ventajas y beneficios
<ul style="list-style-type: none"> • Ideal para cercas de seguridad. • Vidrios de seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene alta resistencia a la temperatura. • Cuenta con propiedades mecánicas. • Es manipulable con productos químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • No genera contaminación con el medio ambiente por tratarse de un material inerte. • No es tóxico para la salud.

Fuente. (Plastivida, 2007) (Caballero et al., 2014)

Los materiales utilizados en construcción y que son desarrollados a partir del plástico reciclado (polipropileno - PP), se presentan a continuación:

Tabla 18. Materiales fabricados a partir de polipropileno - PP.

Materiales fabricados	Principales características	Ventajas y beneficios
<ul style="list-style-type: none"> • Tuberías para instalaciones de agua caliente y fría. • Cajas de electricidad. • Muebles y rejillas. • Perfiles y enchufes. • Bolsas y sacos para cargar arena, cemento y materiales granulados. • Fibras para reforzar el concreto. • Elaboración de baldes de pintura. • Membranas usadas en rellenos sanitarios. • Membranas usadas en asfaltos 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene alta resistencia a la temperatura y a la abrasión. • Impermeable, brillante, liviano e irrompible. • Cuenta con vida útil mayor a 20 años. • Es manipulable con productos químicos. • Resistente al agua y calor. 	<ul style="list-style-type: none"> • No genera contaminación con el medio ambiente por tratarse de un material inerte. • No es tóxico para la salud. • No se presenta contaminación en las capas subterráneas en los rellenos sanitarios por las geo membranas. • Sus residuos pueden ser una buena alternativa como combustible para la producción de la energía eléctrica.

Fuente. (Plastivida, 2007) (Caballero et al., 2014)

Los materiales utilizados en construcción y que son desarrollados a partir del plástico reciclado (poliestireno extendido - EPS), se presentan a continuación:

Tabla 19. Materiales fabricados a partir de poliestireno extendido - EPS.

Materiales fabricados	Principales características	Ventajas y beneficios
<ul style="list-style-type: none"> • Aislantes térmicos. • Aislantes acústicos. • Pisos flotantes. • Hormigón liviano. • Sistemas modulares. • Aislantes para paredes, techos y pisos. • Sistemas de calefacción. • Cámaras frigoríficas. • Relleno de vacío en puentes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tiene una conductividad térmica baja. • Resistente a la compresión. • Alta capacidad aislante. • Amortiguación alta. • Es manipulable con productos químicos. • Estabilidad ante temperaturas bajas. • Cuenta con resistencia alta a los productos químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • No se pudren por no tener hongos, bacterias o sustrato nutritivo. • Solubles en medio acuoso. • No genera contaminación con el medio ambiente por tratarse de un material inerte. • No es tóxico para la salud. • No daña la capa de ozono. • Por ser aislante de ruidos, reduce estrés auditivo. • Por ser aislante térmico, reduce la humedad y las enfermedades respiratorias.

Fuente. (Plastivida, 2007) (Caballero et al., 2014)

Los materiales utilizados en construcción y que son desarrollados a partir del plástico reciclado (poliuretano – PU), se presentan a continuación:

Tabla 20. Materiales fabricados a partir de poliuretano – PU.

Materiales fabricados	Principales características	Ventajas y beneficios
<ul style="list-style-type: none"> • Materiales de aislamiento. • Paneles. • Aislamiento de tuberías. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistente a la corrosión. • Flexible y liviano. • Resistente a la temperatura. • Es manipulable con productos químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • No genera contaminación con el medio ambiente por tratarse de un material inerte. • No es tóxico para la salud. • Disminución de temperatura al ser utilizado como aislante, disminuyendo la emisión de gases de invernadero al aire.

Fuente. (Plastivida, 2007) (Caballero et al., 2014)

7.2.2 Beneficios y desventajas del uso de materiales en plástico reciclado dentro de la construcción en Colombia.

Con la finalidad de ayudar a la preservación y conservación del medio ambiente, se ha iniciado con la incorporación al sector de la construcción, de materiales fabricados a partir de plástico reciclado, que permitan disminuir el uso de recursos naturales y a su vez, se minimice el deterioro de los ecosistemas. Por esta razón, al utilizar materiales sintéticos se disminuye el impacto ambiental, se tiene mayor seguridad, se disminuyen los costos, y genera un impulso en la economía del sector.

Dentro de los avances en la investigación de los materiales plásticos para utilizar en el sector de la construcción, se ha logrado mejorar los acabados, siendo más agradables a la vista y menos tosco al tacto, además que se reemplazan ciertos recursos naturales. En lo referente a la salud humana, las superficies plásticas tienen facilidad en la limpieza y disminuyen la procreación y proliferación de agentes alérgenos, por lo que es utilizado con mayor frecuencia en lugares donde sea necesario tener un grado alto de asepsia (Cáceres, 2016).

En resumen, los principales beneficios al utilizar materiales fabricados en plástico reciclado en el sector de la construcción son (Cáceres, 2016):

- Eliminación de uso frecuente de madera, disminuyendo al mismo tiempo la tala de árboles.
- Conservación del medio ambiente, y principalmente de los bosques, aumentando la calidad de vida de los seres vivos.
- Contribuye a la protección del planeta, disminuyendo el calentamiento global y cuidando la naturaleza.
- Se disminuye la explotación de algunos materiales, ayudando a la conservación de la naturaleza.
- Protección de las fuentes hídricas al no realizar vertimientos de residuos sólidos y sustancias contaminantes en ríos y lagos.
- Producción con bajo consumo de energía.

Así mismo, las principales desventajas al utilizar materiales fabricados en plástico reciclado en el sector de la construcción son (Cáceres, 2016):

- Resistencia y durabilidad inferiores al compararlos con materiales tradicionales utilizados como el concreto o el acero, por lo que puede limitarse su utilización al aplicarlo en estructuras que requieran gran durabilidad y resistencia.
- El plástico puede estar más condicionado a deformarse y deteriorarse con el paso del tiempo, y más aún cuando se expone a continuas condiciones ambientales, como lo son las radiaciones solares, temperaturas extremas, humedades, entre otros, afectando así la apariencia y la integridad de las estructuras y partes construidas con materiales fabricadas a partir de plástico reciclado,
- La apariencia puede estar limitada al compararla con materiales tradicionales de la construcción, generando que no sean utilizadas con frecuencia en proyectos de obras con estéticas particulares
- Por ser materiales fabricados a partir de plástico reciclado, la disponibilidad de los materiales podría no ser tan constante como sí lo son materiales tradicionales.
- Para la fabricación de las piezas debe ser utilizado el mismo tipo de plástico, pues al mezclarse entre ellos, podría presentar un producto de calidad baja.

7.2.3 Estrategias para el uso de materiales fabricados en plástico reciclado dentro de la construcción tradicional.

Con los resultados obtenidos de la investigación sobre la intención de implementar materiales fabricados a partir de plástico reciclado, los materiales que se pueden fabricar, y los beneficios y desventajas al utilizar estos materiales en el sector de la construcción; se plantean diferentes estrategias para dar a conocer esta propuesta a las empresas constructoras de la ciudad de Pereira, y que se podría replicar en cualquier ciudad.

Tabla 21. Estrategias para implementar el uso de materiales fabricados a partir de plástico reciclado.

Estrategia	Actividades
Consolidar una asociación de empresas dedicadas a la fabricación de materiales a partir de plástico reciclado.	Analizar la oferta de empresas que fabriquen materiales a partir de plástico reciclado en la ciudad de Pereira, o ciudades aledañas.
	Investigar sobre el interés de las empresas existentes, en la participación de la asociación.
	Crear portafolio de materiales fabricados a partir de plástico reciclado.
Investigar la participación en el mercado actual.	Estudiar los clientes potenciales y el mercado actual, que se encuentren interesados en la implementación de materiales fabricados a partir de plástico reciclado en el sector de la construcción.
	Realizar presentaciones sobre los materiales que se pueden fabricar a partir de plástico reciclado, y como se podrían utilizar en el sector de la construcción.
Realizar pruebas piloto en el uso de materiales a partir de plástico reciclado	Pactar la ejecución de pruebas piloto, con los clientes potenciales interesados en la adquisición e implementación de materiales fabricados a partir de plástico reciclado.
	Implementar los materiales a partir de plástico reciclado en diferentes tipos de obras.
	Realizar seguimiento al comportamiento de los materiales utilizados.

Fuente. Elaboración propia.

7.3 Discusión

Después de aplicar el instrumento definido para la investigación se pudo identificar que el 67% de las empresas constructoras que participaron de la encuesta, están interesados en la utilización de materiales fabricados a partir de plástico reciclado, dentro de sus procesos en las obras de construcción, pues ya tienen un conocimiento sobre estos innovadores materiales.

Con este resultado se inició la búsqueda bibliográfica que permitiera ampliar el conocimiento sobre el tema analizado, encontrando los principales materiales que se pueden fabricar a partir del plástico reciclado:

Tabla 22. Principales materiales a fabricar a partir de plástico reciclado

<ul style="list-style-type: none"> • Fibras para cortinas, para alfombras y tapicería • Placas para exhibidores o carteles • Ladrillos • Encofrados <p>Prefabricados</p> <ul style="list-style-type: none"> • Láminas utilizadas como impermeabilizante. • Revestimiento de cables. • Muebles y rejillas. • Perfiles y enchufes. • Fibras para reforzar el concreto. • Aislantes térmicos. • Aislantes acústicos. • Aislantes para paredes, techos y pisos. • Sistemas de calefacción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cañerías para la distribución del agua potable. • Cañerías perforadas y ranuradas para drenar suelos. • Cañerías de riego. • Bajantes o canaletas. • Tuberías para cañerías, para distribución de agua potable. • Tuberías para drenaje y uso sanitario. • Paneles de geo membranas y geo textiles. • Paneles para recubrimientos geo sintéticos para centros de disposición de residuos o rellenos sanitarios. • Bolsas y sacos para cargar arena, cemento y materiales granulados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Canaletas para instalaciones eléctricas y telefónicas. • Recubrimiento de cables. • Tomacorrientes y enchufes. • Techos y pisos. <p>Ventanas y puertas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recubrimiento de cables. • Madera plástica usada en la intemperie. • Revestimiento para pisos. • Canaletas para instalaciones eléctricas y telefónicas. • Cajas de electricidad. • Pisos flotantes. • Hormigón liviano. • Sistemas modulares.
---	--	---

Fuente. (Plastivida, 2007) (Caballero et al., 2014)

El análisis de estos materiales, concuerda con lo establecido por Caballero et al. (2014), quien realizó la identificación de las principales características de los plásticos reciclados, de

acuerdo al tipo de plástico, debido a que no todos pueden ser sometidos a procesos alternos que permitan su reutilización, además que no todos los plásticos pueden ser utilizados en cualquier proceso de la construcción debido a su resistencia, durabilidad, y aplicabilidad.

Por otro lado, Plastivida (2007), argumenta también que los principales plásticos que pueden dar esta aplicabilidad son: poli cloruro de vinilo (PVC), poli estireno expandido (EPS), poli estireno de alta densidad (PEAD), poli estireno de baja densidad (PEBD), polipropileno (PP), polietileno teraftalato (PET), poliuretano (PU), policarbonato (PC), poli estireno (PS); los cuales cuentan con ciertas características específicas como son la resistencia a la radiación, resistencia a diferentes climas, resistencia a mayor impacto, liviano, resistentes a la abrasión y corrosión, resistentes a la humedad, capacidad aislante, manipulable con productos químicos, entre otros; estas características también fueron identificadas al analizar los materiales que se pueden fabricar a partir del plástico reciclable.

Luego se continuo con la identificación de los beneficios y desventajas de utilizar materiales desarrollados a partir de plástico reciclable, que en resumen fueron:

Tabla 23. Beneficios y desventajas de los materiales fabricados a partir de plástico reciclado.

Beneficios	Desventajas
<ul style="list-style-type: none"> • Disminuyen la tala de árboles. • Conservación del medio ambiente. • Disminución del calentamiento global. • Disminución en la explotación de algunos materiales. • Protección de fuentes hídricas. • Producción bajo consumo de energía. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistencia y durabilidad inferior a materiales tradicionales. • Condicionado a deformación y deterioro. • Apariencia no estética. • Poca disponibilidad de los materiales. • Producto de baja calidad si no se utiliza el mismo tipo de plástico.

Estos beneficios y desventajas se encuentran alineados con lo establecido por Botet (2019); quien argumenta en su estudio, que con la reutilización de algunos plásticos se puede disminuir la contaminación que aqueja a la población mundial; además que con la evolución de los métodos de reciclaje se ha logrado obtener productos de alta calidad, y que no pierden sus propiedades iniciales.

Finalmente se documentaron unas estrategias para impulsar el uso de materiales fabricados a partir de plástico reciclado en el sector de la construcción, permitiendo así la promoción hacia la fabricación de estos productos y el uso de los mismos en el sector. Las principales estrategias están enfocadas a tres aspectos importantes:

- Consolidar una asociación de empresas dedicadas a la fabricación de materiales a partir de plástico reciclado.
- Investigar la participación en el mercado actual.
- Realizar pruebas piloto en el uso de materiales a partir de plástico reciclado

Estas estrategias están alineadas con lo establecido por Cuello & Arrauth (2019), quienes argumentan que los materiales tienen una segunda vida luego de ser correctamente reciclados y tratados, los cuales pueden ser utilizados dentro del diseño urbano; además que con estas actividades, se contribuye a la creación de materiales sustentables o sostenibles ayudando a la satisfacción de diferentes necesidades del sector de la construcción y que no genera un impacto negativo al medio ambiente con la optimización de los recursos naturales.

8 Conclusiones del trabajo

- Se identificó como problema principal para la investigación, que es la alta generación de residuos, y las ideas que se han desarrollado para la eliminación de los desperdicios, con el fin de minimizar el impacto en el medio ambiente; y una de ellas es la segregación de los residuos en la fuente y la recolección de los que se puedan transformar en materia prima mediante procesos de transformación, como lo es los plásticos.
- Con la aplicación de la encuesta a algunas empresas constructoras de la ciudad de Pereira, se logró identificar que el 67% de las empresas tienen un gran interés en la construcción de viviendas con materiales fabricados a partir de residuos plásticos; también que el 67% de las empresas estarían dispuestas a utilizar este tipo de materiales en procesos con poco riesgo estructural, por otro lado, se identificó que los principales elementos a utilizar son ladrillos, tablas, vigas, tanques de almacenamiento y barandas; y que como aporte al medio ambiente el 86,7% de las empresas realiza separación de los residuos generados en sus procesos y que son reutilizados dentro de las obras o son entregados para fabricación de nuevos productos.
- Con la revisión bibliográfica, se logró ampliar el conocimiento sobre los principales materiales que pueden ser fabricados a partir del plástico reciclado, dependiendo de la clase de plástico; entre los elementos más utilizados se encuentran: tuberías para distribución de agua potable y agua lluvia, tuberías para drenaje de cañerías, canaletas para instalaciones eléctricas y telefónicas, ladrillos, encofrados, prefabricados, aislantes térmicos y acústicos, láminas para impermeabilización, sistemas de calefacción, paneles decorativos, techos, puertas, ventanas, revestimiento de pisos, paneles de geo membranas y geo textiles, paneles para recubrimientos

geo sintéticos para centros de disposición de residuos o rellenos sanitarios, hormigón liviano, sistemas modulares, entre otros.

- También con la revisión bibliográfica se lograron identificar los beneficios y las desventajas al utilizar los materiales desarrollados a partir de plástico reciclable; entre los beneficios se tienen la disminución en la tala de árboles, conservación del medio ambiente, protección de fuentes hídricas y disminución en la explotación de algunos materiales; mientras que dentro de las desventajas se cuenta con poca resistencia y durabilidad a comparación de materiales convencionales, apariencia poco estética, deformación y deterioro al largo plazo, y producto de baja calidad cuando no se utilizan plásticos con características similares, entre otras.
- Finalmente, se logró el planteamiento de tres estrategias principales para impulsar el uso de materiales fabricados a partir de plástico reciclado en las empresas constructoras de la ciudad de Pereira; las cuales fueron, consolidar una asociación de empresas dedicadas a la fabricación de materiales a partir de plástico reciclado, investigar la participación en el mercado actual, y realizar pruebas piloto en el uso de materiales a partir de plástico reciclado.

9 Referencias.

- Acoplásticos. (2021). *Observatorio de tecnologías e información para la economía circular Plas-Tic*. Obtenido de Acoplásticos: <https://www.plas-tic.org/>
- AEMA. (2023). *Acerca de residuos y recursos materiales*. Obtenido de Agencia Europea de Medio Ambiente: <https://www.eea.europa.eu/es/themes/waste/about-waste-and-material-resources>
- Bailón y Huatuco. (2021). *Uso de plástico PET como agregado en la fabricación de unidades de albañilería ecológica para la construcción de muros de cerramiento en el sector Cooperativa Santa Isabel, distrito de Huancayo*. Huancayo: Universidad Continental. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/10451>
- Bancomundial. (2019). *Convivir con basura: el futuro que no queremos*. Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/03/06/convivir-con-basura-el-futuro-que-no-queremos>
- Becerra et al. (2021). *Aprovechamiento y transformación de materiales plásticos reciclados, para la elaboración de prefabricados y encofrados empleados en el área de la construcción en la ciudad de Bogotá*. Bogotá: Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO. Obtenido de https://repository.uniminuto.edu/bitstream/10656/13323/1/TE.PRO_BecerraCelyPedroGabriel_2021.pdf
- Botet, A. (2019). *Estudio de los plásticos como material reciclado para la obtención de material de construcción*. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/115263/Botet%20Latre%20-%20Estudio%20de%20los%20pl%C3%A1sticos%20como%20material%20de%20reciclado%20para%20la%20obtenci%C3%B3n%20de%20material%20de%20construcci%C3%B3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Caballero et al. (2014). *Características y propiedades de los plásticos reciclables*. Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/caractersticas-y-propiedades-de-los-plsticos-reciclables/33820073>
- Cáceres, M. (2016). *Construcción de estructuras formaleas*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/slideshow/construccion-de-estructuras-formaletas/62875696>
- Camacol. (2019). *Catálogo de cualificaciones sector construcción*. Bogotá: Cámara Colombiana de la Construcción. Obtenido de https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2021-08/caracterizacion-sector-construccion.pdf
- Castillo, D. (2018). *Análisis de la implementación de ladrillos fabricados a partir de plástico reciclado como material de construcción*. Bogotá: Universidad Santo Tomás. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/14462/2018dianacastillo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cid, Méndez y Sandoval. (2011). *Investigación. Fundamentos y metodología*. Segunda edición. Obtenido de <https://josedominguezblog.files.wordpress.com/2015/06/investigacion-fundamentos-y-metodologia.pdf>
- Cuello & Arrauth. (2019). La segunda vida de los materiales: el reciclaje y su aplicabilidad en la arquitectura y el diseño urbano. *Revista Modulo Arquitectura CUC*, 22(1), 159-194. Obtenido de <https://revistascientificas.cuc.edu.co/moduloarquitecturacuc/article/view/2138/2113>
- DANE. (2022). *Indicadores económicos alrededor de la construcción*. Bogotá, Colombia. Obtenido de https://www.dane.gov.co/Files/Investigaciones/Boletines/Pib_const/Bol_IEAC_IVtrim
- Fernández, J. (2021). *Incorporación del plástico reciclado para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto en viviendas multifamiliares*. Lima, Perú: Universidad César

Vallejo. Obtenido de

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/85145/Fern%
c3%a1ndez_AJJ-SD.PDF?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/85145/Fern%c3%a1ndez_AJJ-SD.PDF?sequence=1&isAllowed=y)

Galindo, G. (2018). *Revisión bibliográfica sobre el uso del plástico como un nuevo material en fabricación de bloques de concreto para la industria de la construcción*. Arequipa, Perú: Universidad Católica San Pablo. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Gaby-Galindo-Gonzales/publication/361118004_Revision_bibliografica_sobre_el_uso_del_plastico_como_un_nuevo_material_en_fabricacion_de_bloques_de_concreto_para_la_industria_de_la_construccion/links/629e3346a3fe3e3df8624

Geyer et al. (2017). *Global plastics production*. OCDE. Obtenido de <https://ourworldindata.org/grapher/global-plastics-production>

Greenpeace. (2022). *Di basta a los plásticos*. Obtenido de <https://www.greenpeace.org/colombia/tag/plasticos/>

Ibrahim, D. (2024). Polvo de plástico reciclado para limpieza de derrames de petróleo. *Química y física de materiales*, 315.

ICONTEC. (2024). *Normas*. Obtenido de <https://www.icontec.org/normas/>

Jawaid et al. (2023). Técnicas de procesamiento de materiales de desecho plásticos para la construcción y aplicaciones de edificación. *Química verde y sostenible*, 40.

Kalali et al. (2023). Una revisión crítica del progreso actual de la tecnología de reciclaje de residuos plásticos en materiales estructurales. *Química verde y sostenible*, 40.

Macaulay et al. (2023). Caracterización térmica y mecánica de materiales compuestos a partir de residuos plásticos industriales y fibras de nailon reciclado para aplicación de pavimentos. *Gestión de Residuos*, 166, 25-34.

Malhotra, N. (2008). *Investigación de Mercados*. México: Prentice Hall Ediciones.

- Ministerio de Ambiente. (2020). *Sector plásticos: principales procesos básicos de transformación de la industria plástica y manejo, aprovechamiento y disposición de residuos plásticos post-consumo. Guías ambientales*. Bogotá: Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Obtenido de <https://bibliotecaambiental.ambiente.gov.co/documentos/sector-plasticos-principales-procesos-basicos-de-transformacion-de-la-industria-plastica-y-manejo-aprovechamiento-y-disposicion-de-residuos-plasticos-post-consumo-guias-ambientales/>
- Moreno, Y. (2020). *Modelo de negocio basado en manejo ambiental de las bolsas poscosecha de plátano y banano recolectadas en campo, para el aprovechamiento mediante la producción de materias primas con plástico reciclado en el municipio de Fuentedeoro-Meta*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Obtenido de https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/92722913/389491080-libre.pdf?1666214809=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DModelo_de_negocio_basado_en_manejo_ambie.pdf&Expires=1725405010&Signature=K0A0PkYv16Js0P-aC~WfeeGosYqrGFGeO0PCnWXXQfLIMQXwXIPg
- Nyika & Dinka. (2022). Recycling plastic waste materials for building and construction materiales: a minireview. *Materials Today: Proceedings*, 62, 3257-3262.
- ONU Ambiente. (2022). *La campaña de mares limpios promueve el derecho a un medio ambiente saludable, incluidos océanos libres de plástico*. Obtenido de ONU Programa para el Medio Ambiente: <https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/reportajes/la-campana-mares-limpios-promueve-el-derecho-un-medio-ambiente#:~:text=Reportaje%20Ocean%20%26%20Coasts-,La%20Campa%20Mares%20Limpios%20promueve%20el%20derecho%20a%20un%20medio,incluidos%20oc>
- Piñeros y Herrera. (2018). *Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda*. Bogotá: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b7d5ff9a-9471-49b4-9733-b5467c1485ae/content>

Plastivida. (2007). *Ingeniería Plástica*. Obtenido de

http://www.ingenieriaplastica.com/novedades_ip/instituciones/plastivida.html

Project Management Institute. (2017). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos*. Pennsylvania, Estados Unidos de América: Project Management Institute.

Revista Semana. (2024). Colombia genera cerca de 12 millones de toneladas de basura al año y solo el 17 por ciento es reciclada. *Revista Semana*. Obtenido de

<https://www.semana.com/foros-semana/articulo/colombia-genera-cerca-de-12-millones-de-toneladas-de-basura-al-ano-y-solo-el-17-por-ciento-es-reciclada/202424/>

Rochman et al. (2013). Classify plastic waste as hazardous. *Nature*, 494, 169-171. Obtenido de <https://www.nature.com/articles/494169a>

Rodriguez et al. (2017). Factibilidad de uso del PET reciclado en elementos de cubiertas y envolventes. *Ingeniería. Revista de la Universidad de Costa Rica*, 27(2), 40-55. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/441/44170539004.pdf>

Romero, S. (2022). *Reutilización y reciclaje de elementos o materiales de plástico en arquitectura: buenas prácticas en España*. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Valencia. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/190773/Romero%20-%20REUTILIZACION%20Y%20RECICLAJE%20DE%20ELEMENTOS%20O%20MATERIALES%20DE%20PLASTICO%20EN%20ARQUITECTURA%20BUENAS%20P....pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sampieri y Baptista. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill. Obtenido de <https://doi.org/10.1186/s12885-018-4263-3>

Semana. (2019). En Colombia, por cada 10 botellas plásticas que salen al mercado solo se reciclan 3. *Revista Semana*. Obtenido de <https://www.semana.com/medio-ambiente/articulo/que-sucede-con-el-reciclaje-de-botellas-pet-en-colombia/46691/>

- Senado de la República. (2019). *Por medio de la cual se establecen medidas tendientes a la reducción de la producción y el consumo de los plásticos de un solo uso en el territorio nacional*. Bogotá: Congreso de la República de Colombia. Obtenido de <https://leyes.senado.gov.co/proyectos/index.php/proyectos-ley/cuatrenio-2018-2022/2019-2020/article/80-por-medio-de-la-cual-se-establecen-medidas-tendientes-a-la-reduccion-de-la-produccion-y-el-consumo-de-los-plasticos-de-un-solo-uso-en-el-territorio-naci>
- SSP. (2021). *Informe Nacional de Disposición Final de Residuos Sólidos 2021*. Bogotá, Colombia: Superintendencia de Servicios Públicos. Obtenido de <https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/Informe-disposicion-final-de-residuos-solidos-2021.pdf>
- UNEP. (2019). *Reciclaje de plástico: un sector de bajo rendimiento que necesita una renovación*. Obtenido de UNEP: <https://www.unep.org/news-and-stories/story/plastic-recycling-underperforming-sector-ripe-remake>
- UPME. (2020). *Normatividad ambiental y sanitaria*. Obtenido de Unidad de Planeación Minero Energética: <https://www1.upme.gov.co/>
- Vallejo, F. (2007). Responsabilidad profesional en la construcción de obras. *Revista Derecho del Estado. Universidad Externado de Colombia*, 97-120. Obtenido de <https://revistas.uexternado.edu.co/index.php/derest/article/view/706/668>
- Yong-Chang et al. (2023). Una revisión sobre la influencia del agregado plástico reciclado en las propiedades de ingeniería del concreto. *Revista de ingeniería de la construcción*, 79.

10. Anexos

Anexo 1 Encuesta

Encuesta de uso de productos elaborados a partir de plástico reciclado en el sector de la construcción

La siguiente encuesta pertenece al proyecto de “Aprovechamiento de plástico reciclado para el desarrollo de materiales de construcción en Colombia”, que tiene como finalidad buscar el nivel de aceptación de estos productos en la industria de la construcción.

Información de la empresa encuestada.

- a. Nombre de la empresa:
- b. Nombre de quien diligencia

1. ¿Tiene conocimiento sobre los materiales sostenibles fabricados a partir de residuos plásticos, utilizados en la construcción?
 - a. Si
 - b. No

2. ¿Estaría interesado en conocer sobre la construcción de viviendas con materiales fabricados a partir de residuos plásticos?
 - a. Si
 - b. No

3. ¿Estaría dispuesto a utilizar productos plásticos para tareas de poco riesgo estructural?
 - a. Si
 - b. No

4. Si su respuesta anterior fue no, seleccione la razón por cual no adquiriría los productos:
 - a. Inseguridad.
 - b. Desconocimiento.
 - c. Muy costoso.
 - d. No se ve de buena calidad.
 - e. Innecesario – no sirve

5. ¿Cuáles de los siguientes productos estaría dispuesto a utilizar en la construcción?
 - a. Ladrillos
 - b. Tablas
 - c. Vigas
 - d. Tanques de almacenamiento
 - e. Barandas

6. A nivel interno, ¿realiza separación de sus residuos para ser usados como materia prima en elaboración de nuevos productos para la construcción?
 - a. Si
 - b. No

7. Si su respuesta anterior fue si, seleccione cuales residuos separación y reutilización:
 - a. Sobrantes de excavación
 - b. Sobrantes de pétreos
 - c. Sobrantes de hierro
 - d. Sobrantes de cerámica
 - e. Sobrantes de PVC
 - f. Sobrantes de madera
 - g. Sobrante de cartón

8. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un ladrillo fabricado en plástico reciclado?
 - a. Menos de \$1.000
 - b. Entre \$1.000 y \$1.500
 - c. Entre \$1.500 y \$2.000
 - d. Entre \$2.000 y \$2.500
 - e. Más de \$2.500

9. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una tabla (20 cm x 200cm) fabricado en plástico reciclado?
 - a. Menos de \$12.000
 - b. Entre \$12.000 y \$15.000
 - c. Entre \$15.000 y \$18.000
 - d. Entre \$18.000 y \$20.000
 - e. Más de \$20.000

10. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por una viga (20 cm x 50 cm x 300cm) fabricado en plástico reciclado?
 - a. Menos de \$80.000
 - b. Entre \$80.000 y \$85.000
 - c. Entre \$85.000 y \$90.000
 - d. Entre \$90.000 y \$95.000
 - e. Más de \$95.000

Anexo 2 Consentimiento informado

DOCUMENTO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO POR LA EMPRESA CONSTRUCTORA

Empresa Constructora: _____

Responsables del proyecto: Carlos Alberto Arias López, Andrés Felipe Rojas Mera.

Título del proyecto: Propuesta de estrategia para mejorar el aprovechamiento de plástico reciclado en materiales destinados al sector de la construcción en Colombia.

Proyecto como requisito para optar al título de Especialista en Gerencia de Proyectos de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - UNIMINUTO

Se le está invitando a la empresa a participar en un estudio de investigación que tiene como objetivo “Generar una estrategia para mejorar el aprovechamiento de plástico reciclado en materiales destinados al sector de la construcción en Colombia”.

Antes de decidir si participará o no, debe conocer y comprender que este estudio está enfocado a identificar la utilidad y apropiación de los temas impartidos en la Especialización en Gerencia de Proyectos.

Siéntase con absoluta libertad para preguntar sobre cualquier aspecto que le ayude a aclarar sus dudas al respecto, y una vez que haya comprendido los objetivos del estudio y si su empresa desea participar, entonces se le pedirá que firme este consentimiento.

Yo, _____ he leído y comprendido la información anterior y mis preguntas han sido respondidas de manera satisfactoria. He sido informado y entiendo que los datos obtenidos en el estudio pueden ser publicados o difundidos con fines académicos. Convengo en participar en este estudio de investigación.

Firma del encuestado.

Fecha

Investigador

He explicado la naturaleza y los propósitos de la investigación; le he explicado acerca de los riesgos y beneficios que implica la participación de la empresa. He contestado a las preguntas en la medida de lo posible y he preguntado si tiene alguna duda. Acepto que he leído y conozco la normatividad correspondiente para realizar investigación con seres humanos y me apego a ella. Una vez concluida la sesión de preguntas y respuestas, se procedió a firmar el presente documento.

Firma de representante de los investigadores

Fecha