



ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS
PLÁSTICOS EN EL MUNICIPIO DE BOYACÁ DEPARTAMENTO DE BOYACÁ A
PARTIR DE LA PRODUCCIÓN DE PÓSTES DE PLÁSTICO RESIDUAL

AUTOR:
RAFAEL ANTONIO SORA CAMARGO

Universidad EAN
FACULTAD DE INGENIERIA
PROYECTOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE
Bogotá, Colombia
2020

ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE PROCESOS DE TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS
PLÁSTICOS EN EL MUNICIPIO DE BOYACÁ DEPARTAMENTO DE BOYACÁ A
PARTIR DE LA PRODUCCIÓN DE PÓSTES DE PLÁSTICO RESIDUAL

AUTOR:

RAFAEL ANTONIO SORA CAMARGO

Trabajo de grado como requisito para optar el título de:
MAGISTER EN PROYECTOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

DIRECTORA

PhD. LEIDY NATALIA ZAPATA RESTREPO

Universidad EAN

FACULTAD DE INGENIERIA

PROYECTOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

Bogotá, Colombia

2020

Nota de aceptación

Firma del jurado

Firma del jurado

Firma del director del trabajo de grado

Bogotá D.C. 10 - Agosto - 2020

RESUMEN

Según las proyecciones realizadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2015), Boyacá es un municipio que cuenta con un área de 48 /km², un promedio actual de 98 habitantes por km², y una población cercana a los 5.000 habitantes. En este municipio se realizó el presente estudio que tuvo como objeto conocer los procesos de transformación de residuos plásticos en el municipio a partir de la producción de postes de plástico residual. Para el desarrollo de esta investigación se realizó una revisión bibliográfica y documental sobre el procesamiento de plásticos residuales, un análisis de generación y recolección de residuos plásticos en el municipio, el cálculo de las cantidades de reciclaje generadas por la comunidad, identificación de métodos de fabricación de productos con base en residuos de plástico para el proceso de producción de postes, el planteamiento del proceso de elaboración y producción de postes de plástico y el análisis de impacto generado por la disminución de carga residual en la empresa de aseo del municipio. Metodológicamente se acudió a la investigación de tipo exploratoria, descriptiva-cuantitativa, teniendo en cuenta que se quiere conocer cantidades y cualidades con relación al plástico residual. Los resultados permitieron concluir que mediante la implementación de este proyecto es posible crear las capacidades para integrar las consideraciones medioambientales en planes y estrategias de desarrollo, incluyendo el manejo y uso sostenible de los recursos naturales, promoviendo la recuperación económica y los medios de vida, y apuntando a mejores políticas de reciclaje para su respectivo aprovechamiento.

Palabras clave: Gestión de residuos sólidos, reciclaje de plástico, transformación de residuos, impacto ambiental.

ABSTRACT

According to the projections made by the National Administrative Department of Statistics DANE (2015), Boyacá is a municipality that has an area of 48 / km², a current average of 98 inhabitants per km², and a population close to 5.000 inhabitants. In this municipality, the present study was carried out, which aimed to reduce the residual plastic load in the municipality from the production of residual plastic poles. For the development of this research, a bibliographic and documentary review was carried out on the processing of residual plastics, an analysis of generation and collection of plastic waste in the Municipality, the calculation of the amounts of recycling generated by the community, identification of manufacturing methods of products based on plastic waste for the pole production process, the approach to the process of making and producing plastic poles and the impact analysis generated by the reduction of residual load in the municipal cleaning company. Methodologically, exploratory, descriptive-quantitative research was used, considering that we want to know quantities and qualities in relation to residual plastic. The results allowed to conclude that through the implementation of this project it is possible to create the capacities to integrate environmental considerations into development plans and strategies, including the management and sustainable use of natural resources, promoting economic recovery and livelihoods, and aiming at better recycling policies for their respective use.

Keywords: Solid waste management, plastic recycling, waste transformation, environmental impact.

Índice

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	11
CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1 Justificación	14
1.2 Formulación del problema	15
1.3 Supuesto de trabajo	15
1.4 Objetivos de la investigación	16
CAPITULO 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y DOCUMENTAL SOBRE EL PROCESAMIENTO DE PLÁSTICOS RESIDUALES	17
2.1 Estudios realizados sobre Procesos de transformación de residuos plásticos	17
2.2 Obtención de productos de plástico reciclado por transformación de plástico residual	19
2.3 Tipos de tecnologías para la transformación de plástico residual: extrusión, inyección y moldeo por compresión	20
2.4 Impacto ambiental, económico y social positivo por la transformación del plástico residual	21
2.5 Recolección de residuos plásticos reciclables para su transformación	23
2.6 Normatividad del servicio público de aseo en Colombia	24
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	26
3.1 Tipo de estudio	26
3.2 Tipo de Investigación	26
3.3 Estructura Metodológica	26
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	32
4.1 Generación y Recolección de Residuos Plásticos en el municipio de Boyacá	32
4.2 Proceso de recolección de basuras en el municipio de Boyacá	32
4.3 Diagnóstico inicial del sistema de gestión integral de residuos sólidos en el municipio de Boyacá	33
4.3.1 Generalidades en la prestación del servicio de aseo en el municipio de Boyacá	33
4.4 Cálculo de las cantidades de Reciclaje en el municipio	38
4.5 Resultados de la encuesta dirigida a habitantes del municipio de Boyacá para establecer como los realizan la recolección de desechos sólidos	39

4.5.1 Análisis sector rural	40
4.5.2 Análisis sector urbano	47
4.6 Resultados de la encuesta dirigida a habitantes rurales del municipio de Boyacá para conocer el concepto de potenciales compradores sobre el uso de postes elaborados a partir del plástico recuperado	55
4.7 Generación de residuos sólidos en los sectores urbano y rural del municipio de Boyacá	61
4.8 Identificación de métodos de fabricación de productos con base en residuos de plástico para el proceso de producción de postes en el municipio de Boyacá	62
4.9 Proceso proyectado de elaboración de postes de plástico reciclado en el municipio de Boyacá	66
4.9.1 Proceso de producción de postes a base de material reciclado por el método de extrusión	66
4.9.2 Reciclaje de plásticos para la elaboración de postes.	69
4.9.3 Proceso de alistamiento del plástico para la elaboración de postes.	70
4.9.4 Sistema de extrusión proyectado.	70
4.9.5 Maquinaria Requerida para fabricación de Postes de Material Reciclable	71
4.10 Impacto generado por la disminución de carga residual en la empresa de aseo del municipio	73
4.10.1 Generación de residuos sólidos en los sectores urbanos del municipio de Boyacá.	75
4.10.2 Proyección Disminución carga residual municipio de Boyacá	77
5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES FINALES	78
5.1 Conclusiones	78
5.2 Recomendaciones	80
5.3 Consideraciones finales	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXOS	88

Lista de Figuras

	Pág.
Figuras 1 y 2. Nivel educativo y sexo de los jefes de hogar en la zona rural	42
Figura 3. Conocimiento sobre residuos sólidos de los habitantes rurales	40
Figuras 4 y 5. Conocimiento sobre la diferencia de diferentes residuos de los habitantes rurales	41
Figura 6. Conocimiento de impacto por mala disposición de los residuos de los habitantes rurales	41
Figuras 7 Y 8. Tipo y proporción de residuos generados en los hogares rurales	42
Figuras 9 Y 10. Tipos de recipiente y clasificación de los residuos en la zona rural	42
Figura 11. Reciclaje y reutilización de los residuos en la zona rural	43
Figura 12. Disposición actual de los desechos en la zona rural	43
Figuras 13 Y 14. Importancia y disposición para el manejo y clasificación de los residuos en la zona rural	44
Figuras 15 y 16. Servicio de recolección y tipo de vehículo que recoge las basuras en la zona rural	44
Figura 17. Disposición de las basuras al no recibir el servicio de recolección en la zona rural	45
Figuras 18 y 19. Nivel de satisfacción, sistema y calificación del servicio de recolección de basura en la zona rural	45
Figuras 20, 21 y 22. Capacitación y programas en manejo de residuos en la zona rural	46
Figuras 23 y 24. Nivel educativo y sexo de los jefes de hogar en el sector urbano	47
Figura 25. Conocimiento sobre residuos sólidos de los habitantes urbanos	48
Figuras 26 y 27. Conocimiento sobre la diferencia de diferentes residuos de los habitantes urbanos	48
Figura 28. Conocimiento de impacto por mala disposición de los residuos de los habitantes urbanos	49
Figuras 29 y 30. Tipo y proporción de residuos generados en los hogares urbanos	49
Figuras 31 y 32. Tipos de recipiente y clasificación de los residuos en la zona urbana	50
Figura 33. Reciclaje y reutilización de los residuos en la zona urbana	50
Figura 34. Disposición actual de los desechos en la zona urbana	51

Figuras 35 y 36. Importancia y disposición para el manejo y clasificación de los residuos en la zona urbana	51
Figuras 37 y 38. Servicio de recolección y tipo de vehículo que recoge las basuras en la zona urbana	52
Figura 39. Disposición de las basuras al no recibir el servicio de recolección en la zona urbana	52
Figuras 40,41 y 42. Nivel de satisfacción, sistema y calificación del servicio de recolección de basura en la zona urbana	53
Figuras 43,44 y 45. Capacitación y programas en manejo de residuos en la zona urbana	54
Figura 46. Uso de postes en el predio	55
Figura 47. Frecuencia de compra de postes para el predio	56
Figura 48. Tipo de postes que se utilizan en el predio	56
Figura 49. Aspecto que le parece más importante al adquirir postes	57
Figura 50. Que cantidades se compra al realizar cambio de postes	57
Figura 51. Cuánto dinero se invierte en un poste	58
Figura 52. Realiza compra de postes en el municipio de Boyacá	58
Figura.53 Alguna vez ha comprado productos elaborados en plástico reciclado?	59
Figura 54. Tipo de producto fabricado con plástico ha comprado	59
Figura 55. Estaría dispuesto a comprar postes elaborados con plástico elaborado	60
Figura 56. Esta usted interesado en adquirir Postes elaborados con Reciclaje	60
Figura 57. Cuánto estaría dispuesto a pagar por un poste de material reciclado	61
Figura 58. Relación estadística toneladas por mes	61
Figura 59. Flujograma producción de Postes	67
Figura 60. Maquina Extrusora	68
Figura 61. Maquina extrusora	72
Figura 62. Evolución Sitios Disposición Final Colombia	74
Figura 63. Población municipio Boyacá	75
Figura 64. Proyección Recolección de Residuos Sólidos municipio de Boyacá	75
Figura 65. Población municipios de Ramiriqui y Jenesano	76
Figura 66. Proyección Recolección de Residuos Sólidos municipio de Ramiriqui y Jenesano	76
Figura 67. Capacidad vs Proyección Recolección de Residuos Sólidos municipio de Boyacá	77

Lista de Anexos

	Pág.
Anexo A. Lista de chequeo de la prestación del servicio de aseo en el municipio de Boyacá	88
Anexo B. Formato de encuesta	104
Anexo C. Relación disposición final urbano	118

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el inadecuado manejo de los residuos sólidos en el municipio de Boyacá conlleva a una reducida recuperación y aprovechamiento de estos, lo cual ocasiona que no se realicen medidas para mitigar el impacto ambiental que causan a los recursos hídricos, aire y suelos.

Ligado a esto, otro aspecto que se suma a los riesgos por la deficiencia en el manejo de los desechos plásticos es su lenta degradación, la toxicidad de los aditivos y los subproductos que se liberan en la producción de PVC generan daños en la salud como cáncer, ruptura del sistema endocrino, alteración reproductiva, defectos de nacimiento, supresión del sistema inmune y son neurotóxicos Thornton, (2002).

Según Navarro (2018) al referirse al depósito desmesurado de material plástico: “Esta acumulación provoca la presencia de estos materiales en la tierra durante casi medio siglo, liberando, como bien se ha nombrado antes, sustancias tóxicas al subsuelo y un desperdicio de materiales considerados reutilizables, sin necesidad de aumentar todavía más la cantidad de producción de nuevo material plástico”. (p. 54)

El propósito del presente estudio es proponer un proceso de aprovechamiento del material plástico desechado por los pobladores del municipio de Boyacá, para reducir la carga residual, donde de acuerdo al proceso de observación directa y registro de lista de chequeo validada por el Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio en el Decreto 2981 de 2013, existen falencias en el manejo de sus residuos sólidos municipales y no presenta ninguna estrategia de aprovechamiento para alguno de estos.

De acuerdo con la problemática descrita, se debe iniciar un proceso cultural del reciclaje, en el municipio de Boyacá, localidad que no cuenta con un adecuado manejo final de los residuos sólidos, ni con iniciativas para reciclar, reutilizar y/o tratar residuos en la fuente.

La presente propuesta para la disminución de residuos de plásticos a partir de la producción de postes, como estrategia sostenible para mitigar los impactos negativos causados al suelo, agua y aire por el inadecuado manejo e inexistente aprovechamiento los residuos plásticos, al mismo tiempo se espera reducir la tala de árboles en la región, ya que la mayor cantidad de postes de madera son para el encerramiento de los predios.

La presente investigación está desarrollada en cinco capítulos a saber:

El primer Capítulo es la introducción donde se describe inicialmente el aspecto contextual de la investigación, así como planteamiento del problema, justificación, formulación del problema, supuesto de trabajo y los objetivos de la investigación.

El segundo Capítulo es la revisión bibliográfica y documental sobre el procesamiento de plásticos residuales el cual busca orientar la propuesta para la disminución de carga residual en el municipio de Boyacá, con base en la consulta de fuentes relacionadas.

El tercer Capítulo relaciona la metodología donde se describe el desarrollo del proceso investigativo para conocer las características propias que presenta el municipio de Boyacá con relación al plástico.

El cuarto Capítulo son los resultados que está enfocado a desarrollar un sistema de manejo integral de residuos sólidos con el fin de seleccionar el material que pueda reutilizarse o transformarse en materia prima para la elaboración de nuevos productos y además reducir el volumen de basura que se deposita en el relleno sanitario.

El quinto Capítulo, contiene las conclusiones, recomendaciones y consideraciones finales donde de acuerdo con los objetivos y el problema planteado se describen los resultados finales para cada uno de estos, en relación con hallazgos de la investigación.

Finalmente se aporta la respectiva bibliografía y los anexos que soportan los contenidos del trabajo.

CAPITULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La contaminación generada por los residuos sólidos cuando son manejados de forma inadecuada, trae consigo impactos negativos a la salud pública y al medio ambiente, ante la acumulación, ocurre un deterioro ambiental por parte de los residuos plásticos, ya que la gente por cultura prefiere realizar quemas, las cuales emiten gases que contaminan la atmósfera, así mismo, la descomposición de la materia orgánica genera olores agresivos disminuyendo la calidad de vida de sus habitantes, por otra parte, la acumulación de basura incrementa la proliferación de vectores, genera focos de infección e incrementa la posibilidad de enfermedades como el dengue y el paludismo, así mismo, se observa la contaminación de cuerpos de agua por el vertimiento de materia orgánica o lixiviados. Esta situación, según Martínez, Montoya, & Sierra (2014), conlleva a que: “el manejo de los residuos sólidos podría llegar a convertirse entonces, en un problema ambiental para las ciudades, dado el proceso de urbanización que a nivel mundial se viene presentando en los últimos 20 años.” (p.68)

Teniendo en cuenta esta problemática y el impacto ambiental negativo que generan los residuos sólidos y en especial los residuos plásticos, que serán el centro de esta propuesta por su demorado proceso de biodegradación y notable afectación al ecosistema, llegando a ocasionar incluso problemas de salud pública, se plantea este proyecto de producción de postes de plástico reciclado con lo que se genera un impacto positivo en el medio ambiente y disminución de la deforestación del municipio de Boyacá, que de acuerdo a los registros de la jurisdicción de CORPOCHIVOR, Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, Murillo Toro (2020), fueron de 34,6 hectáreas entre los años 2017 y 2018 y para el Departamento de Boyacá, la cámara de comercio en los resultados de monitoreo de la deforestación (2017), reportó 854 hectáreas deforestadas.

Por otro lado, en el municipio de Boyacá, además de la tala ilegal de los bosques, debido a que sus habitantes usan la madera para cercar sus propiedades y delimitarlas, existen actividades como la ganadería y la agricultura, que aumentan la deforestación de la región; es así, que de acuerdo a, Escobar (2020), el país cuenta con una cobertura en bosques naturales que representa el 52% del área total de la superficie continental (59'312.277 ha.).

Además, según el reporte del IDEAM (2014), los bosques en Colombia suministran alrededor de 9 millones de toneladas de leña al año para el consumo doméstico e industrial, el

1.9% de los bosques del país se encuentran bajo zonas de reserva campesina y el 15.58% en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (Bosques territorios de vida) 2014.

Boyacá registro apenas un 0.18 del porcentaje nacional de deforestación en el periodo comprendido entre julio y septiembre de 2017 (Corpoboyacá, 2018) lo que representaría una tala de 162.000 hectáreas de bosque deforestadas al año en Boyacá. En esta zona, un campesino dueño de una finca pequeña, saca alrededor de 80 bloques cada 8 años, para los cuales es necesario talar, como mínimo, 25 árboles. Para Castro M. (2020), según las cifras en el 2016 Colombia borró de su territorio 178.597 hectáreas de bosque, anualmente y cada hora se pierden 20 hectáreas de bosque.

Se resalta que en el municipio de Boyacá, el plan de gestión integral de residuos sólidos municipio de Boyacá, PGIRS (2016), establece que:

La revisión se realizará al inicio de cada administración, para lo cual esta y SERVIMARQUEZ S.A ESP efectuarán una revisión anual interna del PGIRS y determinarán las medidas necesarias de encontrarse que el documento de planificación se encuentra fuera de las condiciones locales, quedando contenido dentro del Plan de Desarrollo Municipal. (p.174)

1.1 Justificación

Uno de los mayores focos contaminantes del medio ambiente en los diferentes conglomerados poblacionales es el vertedero de residuos sólidos a campo abierto, de igual manera causante de afectaciones nocivas para los seres vivos, que acarrea riesgos de contraer o transmitir enfermedades o lesiones a través del contacto con las basuras, si no se recogen y eliminan adecuadamente” (Carranza, 2013, p. 22). De manera que propuestas como la planteada en este trabajo son importantes alternativas para mitigar la problemática ambiental presente en municipios como Boyacá.

De esta forma, la importancia del presente proyecto radica en que se concibe un producto terminado que no generara más daños al medio ambiente, además de su larga durabilidad, y bajos costos en comparación con otras mercancías del mismo uso.

Lo anterior teniendo en cuenta que, en la actualidad, la generación, acumulación y mal manejo de residuos sólidos es un riesgo de alta afectación ambiental y por consiguiente social. Además, el espacio para el almacenamiento de residuos es cada vez más reducido y/o limitado por

la superpoblación de los entornos.

En este contexto, errores como la inadecuada ubicación y destinación de residuos sólidos, entre ellos los plásticos, considerados en general como no biodegradables, demandan soluciones que contribuyan a la mitigación de impactos ambientales nocivos para los seres vivos, porque “la gran desventaja es su lenta descomposición que lleva al plástico 500 años desintegrarse, lo cual lo convierte en un producto de desecho que afecta al medio ambiente.” (El Financiero, 2015)

En municipios de baja densidad poblacional como Boyacá, la generación de desechos sólidos no biodegradables, al igual que en las grandes ciudades es un tema actual y necesario por los efectos que puede causar su descuido.

Es real que, en todos los hábitats, los residuos sólidos orgánicos y no orgánicos, se produzcan todo el tiempo y paralelamente al desarrollo de las actividades cotidianas de las comunidades, sin embargo, elementos el vidrio, metales y plástico, no siempre se les está dando un tratamiento adecuado que represente el re aprovechamiento de sus características y proyecten así el amortiguamiento de problemas ambientales conocidos.

Por otro lado, la sensibilización a la comunidad en lo que respecta con el cuidado del medio ambiente con actividades planificadas de reciclado de desechos sólidos para le elaboración de postes que en la actualidad son de madera resalta la importancia de construir un nuevo material a partir de la reutilización del plástico, además, de la disminución de la tala indiscriminada de los bosques, la cual de acuerdo al diario El Tiempo, en su artículo: Ideam resalta el suroriente de Boyacá por no talar árboles, las provincias de Oriente y Neira, y parte de las de Márquez, Lengupá y Centro, correspondientes a la jurisdicción de la Corporación Autónoma Regional de Chivor (Corpochivor), la tala indiscriminada de árboles no sobrepasó el 0,1 por ciento en el año 2015.

1.2 Formulación del problema

¿Cómo estudios realizados sobre procesos de transformación de residuos de plástico para disminuir la carga residual del municipio de Boyacá mediante la elaboración de postes de plástico residual contribuye en la mitigación de afectaciones ambientales por el mal manejo de los desechos sólidos en municipio de Boyacá?

1.3 Supuesto de trabajo

El aprovechamiento de residuos plásticos para la elaboración de postes, es viable por ser

un producto sostenible (económico – social – ambiental) frente a otros productos del mismo uso ya existentes en el mercado.

1.4 Objetivos de la investigación

Objetivo General

Realizar un estudio sobre procesos de transformación de residuos de plásticos en el municipio de Boyacá para la producción de postes de plástico.

Objetivos específicos

- Realizar una consulta en fuentes secundarias de investigaciones y trabajos relacionados con procesos de aprovechamiento de desechos plásticos.
- Cuantificar de acuerdo a la información existente el total de residuos plásticos que se generan y recolectan en el municipio de Boyacá.
- Analizar los diferentes métodos de elaboración de productos con base en residuos de plástico con el fin de definir el más adecuado para la producción de postes.
- Plantear el sistema potencial para elaborar postes de plástico, definiendo las diferentes medidas de tiempo, materia prima y otros requeridos en el proceso de producción.
- Ponderar el nivel de mitigación de carga residual en la empresa de aseo del Municipio, con el fin de valorar el impacto positivo del proyecto.

CAPITULO 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA Y DOCUMENTAL SOBRE LA TRANSFORMACION DE RESIDUOS PLÁSTICOS

En este capítulo se realiza una revisión bibliográfica y documental sobre el procesamiento de residuos plásticos, con el fin de orientar la propuesta para la disminución de carga residual de plástico en el municipio de Boyacá, para lo cual se tratarán los siguientes temas:

- Estudios realizados sobre procesos de transformación de residuos plásticos
- Obtención de productos de plástico reciclado por transformación de plástico residual
- Tipos de tecnologías para la transformación de plástico residual: extrusión, inyección y moldeo por compresión
- Impacto ambiental, económico y social positivo por la transformación del plástico residual
- Recolección de residuos plásticos reciclables para su transformación
- Actividades y/o procedimientos de aprovisionamiento y almacenamiento de residuos plásticos

Respecto a la elaboración de productos con base en plástico reciclado, como postes, se consultan a continuación investigaciones relacionadas con el proyecto que se plantea en este trabajo. La consulta realizada se consigna teniendo en cuenta los objetivos y la situación problemática planteada para el desarrollo de la investigación.

2.1 Estudios realizados sobre procesos de transformación de residuos plásticos

Toro & Hernández (2018), formulan de un plan de negocio para la fabricación de postes y mangueras a partir de la transformación del plástico para mitigar el inadecuado manejo de residuos sólidos, además son productos que contribuyen a la preservación de su entorno rural, así como la utilización de un residuo sólido, lo cual mitigará afectaciones en el suelo, agua, y en las especies de fauna, ya que la mayoría de postes de madera para en el cerramiento de los predios provienen de los bosques.

Por otro lado, Moreno, Ernesto, De Jesús, & Muriel (2018), plantean un proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (pet), aplicados en la construcción de vivienda. Se desarrolló un proceso de investigación y experimental, para la elaboración del ladrillo prototipo con base en el aditivo FIBERSTRAND 150 – “Microfibra de polipropileno”, la cual proviene de la trituración de las botellas de PET. Se encontró que al usar un material de desecho como lo es el plástico reciclado, la densidad del agregado

disminuye y al ser remplazado por el PET, reduce el valor del producto final.

En otro trabajo, Amaya & Cabrera (2018), proponen la implementación de una planta de transformación de plástico recuperado residual esteraftalato de baja densidad (PET), Polietileno de Baja Densidad (PBD), Polietileno de Alta densidad (PAD).

Tambien, Mendieta & Mendieta (2016), plantean el diseño de un laboratorio para el tratamiento de plásticos reciclados con el objeto de fomentar el conocimiento de procesos de tratamiento de plástico reciclado del PET a través de un laboratorio en la Universidad Distrital francisco José de caldas, además plantean las pautas para estandarizar el proceso de transformación del plástico reciclado. *“En primera instancia la preparación del material triturado, lavado, fundición y forma para producir pequeños gránulos, vertimiento en moldes si se le quiere dar una forma específica”*

Ademas, Maldonado & Vega (2010), trabajaron en el diseño y construcción de un equipo de moldeo por termo presión de desechos plásticos, para la generación de un material alternativo, y su utilización como elemento funcional y estructural secundario, para lo cual se diseñó y construyó una matriz para moldeo de una placa de plástico de 2700 cm³. Los polímeros a utilizar en las mezclas son los más usados por la población en general en objetos como envases, etiquetas, fundas, etc., es decir existe una gran cantidad de desechos de ese tipo, que por un lado afectan al medio ambiente, el proceso dio como resultado un material con excelentes características mecánicas, por esto se podría generar en gran cantidad previendo las diversas variables que influyen en el proceso para poder mejorarlo.

En esta línea, de acuerdo a González & Almedida (2007), para las transformaciones, hay que tener en cuenta las propiedades físicas, químicas y biológicas de los residuos sólidos, son utilizadas para mejorar la eficacia de operaciones y sistemas de gestión de residuos; recuperar materiales reutilizables y reciclables; recuperar productos de conversión y energía en forma de calor. La transformación del plástico residual se puede realizar con diferentes procesos que técnicamente se basan en metodologías definidas de acuerdo a la necesidad de producción requerida, por ejemplo, la inyección que se utiliza para la elaboración de piezas grandes y de alta compactación sólida. De acuerdo a lo anterior las piezas plásticas requeridas para usos de alta resistencia deben ser diseñadas y probadas teniendo en cuenta su función y firmeza necesaria, pero también las propiedades del plástico residual que debe ser seleccionado para el proceso.

Finalmente, Saavedra & Rodríguez (2018), en su trabajo, generaron biopolímeros extraídos de tortas residuales para la elaboración de películas biodegradables. La harina que se obtiene de estas tortas desengrasadas puede usarse como una fuente viable y de bajo costo en la formación de películas biodegradables. Se usaron a su vez, gomas naturales que favorezcan y mejoren las propiedades de las películas tanto físicas como mecánicas. Las películas resultantes fueron evaluadas en propiedades físicas (permeabilidad al vapor de agua, espesor).

2.2 Obtención de productos de plástico reciclado por transformación de plástico residual

Zavala (2015), promueve la elaboración de elementos con cemento y PET porque tienen una alta resistencia al fuego por lo que se considera un material combustible de muy baja propagación, de manera que los productos elaborados con plástico reciclado son una alternativa posible para utilizarla en elementos arquitectónicos interiores de viviendas, considerando que son elementos que no soportan cargas importantes, son más ecológicos, más livianos; y ofrecen una mayor aislación térmica que otros tradicionales; mejorando la acústica, contribuye al proceso de disposición final de los residuos plásticos contaminantes, lo que ayuda a minimizar el impacto ambiental; reduciendo la cantidad de botellas que actualmente se acumulan o entierran y minimizando al mismo tiempo los gastos en recolección y disposición final de residuos.

Albiño, Mora, Mosguidt, Sobenis, Velasco & Arellano (2015), basan su propuesta en la principal causa de contaminación ambiental producida por los propios habitantes del entorno, con la combustión de desechos agrícolas y el mal manejo de residuos plásticos afectando el ambiente natural que los rodea, dañando su salud y vida. Los autores proponen procesar residuos de celulosa, polietileno y PET de botellas plásticas de agua, yogurt y gaseosas para obtener un nuevo material muy resistente como son planchas celu-plásticas, además de ser un producto innovador y amigable con el medio ambiente y que contribuye con la creación de nuevas fuentes de trabajo, por lo que representa una gran contribución con la sociedad. La generación de este nuevo producto alternativo, de mucha más resistencia, durabilidad e incluso impermeabilidad, se enfoca a sustituir las necesidades en la utilización de productos a base de la madera natural, que se ha utilizado por mucho tiempo afectando el medio natural.

Ramírez, López, Morales, & Guayasamin (2017), presentan en su trabajo el diseño y optimización de una caja reforzada con costillas inyectada en polioximetileno. Utilizando un diseño experimental de Taguchi L27-35, se definió un perfil que permite evaluar el efecto de la

geometría de las costillas en la deformación. La modelación de la inyección en Moldflow Adviser permitió establecer la geometría óptima para la inyección de una pieza con mínima deformación y mínima tendencia al rechupe.

Aguirre (2015), en su proyecto trabajó para obtener materiales compuestos reforzados con fibras residuales de pasta de celulosa utilizando, como matriz, un plástico reciclado de origen agrario o una aleación del mismo con un residuo plástico de origen urbano. Los eco-compuestos se obtuvieron en continuo a escala piloto utilizando una extrusora de doble husillo corrotante. La incorporación del residuo plástico de origen urbano a la matriz del eco-compuesto dio lugar a incrementos sustanciales en su módulo y resistencia a la tracción, sin que se viera perjudicada su resistencia al impacto, en términos globales.

Castañeda & Miranda (2018), realizaron una identificación de los modelos más comunes de procesamiento de plásticos reciclados; además estudiaron los métodos de reciclaje de plásticos y prácticas para su reutilización más comunes no explotadas aún en Colombia, como parte del proceso investigativo.

2.3 Tipos de tecnologías para la transformación de plástico residual: extrusión, inyección y moldeo por compresión

Vargas, Posada, & Sierra (2017), estudiaron el efecto de las condiciones del proceso de inyección en una pieza plástica normalizada para ensayos mecánicos (tensión y flexión), de tal forma que se puedan identificar las variables más críticas del proceso. Se analizaron dos materiales (policarbonato y poliestireno), y se encontró una mayor influencia de las condiciones de proceso en el poliestireno, especialmente en las pruebas de flexión, determinando que este tipo de material tiene una ventana de procesamiento más estrecha que el otro. Lo anterior se puede explicar por la naturaleza de mayor rigidez y fragilidad del poliestireno.

Gordillo, Sánchez, & Martínez (1997) en su artículo relacionado afirman incluyen todos los pasos esenciales para obtener piezas de gran calidad, como diseño de la pieza, diseño del molde, mecanizado del molde e inyección de las piezas.

Por otro lado, Varón (2012), destaca el proceso de inyección, por los ciclos rápidos de producción y consecución de productos terminados a la salida de máquina, permitiendo que los materiales poliméricos estén reemplazando a otros materiales como metales, maderas y vidrios, y resolviendo necesidades tecnológicas.

Navarrete Villalva (2015), resalta en su estudio la importancia de la puesta a punto de los equipos que intervienen en la transformación de un producto plástico, ya que de esto depende la calidad y cumplimiento de las especificaciones del producto a procesar. Metodológicamente, se establecen los pasos a seguir para el ajuste y modificación de las diferentes variables de control, (temperatura, presión y velocidad) relacionados con una puesta a punto de un proceso de inyección. Como producto se obtienen probetas de tensión de los materiales previamente establecidos, ya que las propiedades mecánicas del material influyen directamente con la aplicación final.

López & Rojas (2018), presentan una revisión general del uso de residuos plásticos y lignocelulósicos en la producción de compuestos plásticos de madera (WPC). Los compuestos de madera y plástico se proponen como una solución para la creciente generación de residuos. La mezcla de este tipo de materia prima se realiza principalmente mediante tres tipos de tecnologías: extrusión, inyección y moldeo por compresión. Se encontró que los cambios en las propiedades mecánicas del producto final dependen del tipo de materia prima, el tamaño de partícula y la proporción de fibra utilizada, así como la adición de agentes aglutinantes. Del mismo modo, las variaciones en la capacidad de absorción de agua.

2.4 Impacto ambiental, económico y social positivo por la transformación del plástico residual

Molina (2018), presentaron la información preliminar para demostrar la factibilidad de un proyecto que consiste en la creación de una empresa dedicada al procesamiento de plástico PET post-consumo, con lo cual también generaron una opción laboral a las personas involucradas, como también satisfacer las nuevas necesidades del mercado por medio de la dinamización del mismo.

Pallares & Trigos, (2014), proponen alternativas de solución a la problemática ambiental presentada, por la utilización de material vegetal como postes y tutores, caracterizando los tipos de envases o empaques y su composición, para determinar posibilidades de transformación o disposición final y presentar alternativas de solución a la problemática ambiental identificada

Arandes, Bilbao, & López (2004), plantean que gran parte del plástico presente en la basura doméstica es del tipo film, muy difícil de recuperar. El deterioro de la calidad y también del aspecto físico del producto ha ido acompañado en las dos últimas décadas de una reducción del coste de las materias primas, siempre derivadas del petróleo.

Olivos & Laura (2018), proponen en su investigación una planta de reciclaje de residuos

de papel, cartón, plástico y vidrio para disminuir el impacto ambiental y mejorar la calidad de vida de las personas, obteniendo una reducción del 90% del impacto negativo generado en el diagnóstico actual de la situación de manejo de residuos sólidos.

Zavala (2015), se refieren que la disposición final de los residuos plásticos tiene un impacto ambiental en la medida en que los residuos sólidos sean eliminados en botaderos a cielo abierto; siendo ésta una práctica que predomina en la mayoría de los municipios. Dicha práctica se ha favorecido por la falta de aplicación de tecnologías alternativas para el tratamiento, aprovechamiento y disposición final de los residuos, la falta de coordinación interinstitucional del tema, la falta de recursos financieros, el poco énfasis en la determinación de los costos de recolección y transporte. Todo lo anterior origina la poca utilización de tecnologías alternas para el manejo de los residuos plásticos.

Barragán, Velasco, Zurita, Ramos, Hinojosa & Sánchez (2015), buscan con su propuesta, generar un nuevo producto y bajar los niveles de contaminación en el medio, es por esto que se ha combinado los desechos de celulosa residual y polietileno de tereftalato a través del método de exposición al calor con la cual se origina una plancha celu-plástica mucho más resistente a inclemencias ambientales, pudiendo industrializarse.

Prada & Acosta (2017), trabajaron en el proceso de moldeo por inyección de plásticos el cual según los autores se destaca sobre otros procesos de transformación (extrusión, soplado y vacío, etcétera), en razón a un mejor tiempo de respuesta productivo, logrando superar incluso a otros materiales (metales, maderas y vidrios). En general, proceso de moldeo por inyección de plásticos se presenta como una de las alternativas viables para alimentar la futura demanda global de productos de todo tipo, acorde con la producción en masa de productos sostenibles, ligeros y, cada vez, con mayor complejidad.

Vásquez (2005), concluye que la tendencia global de consumo es amplia en preferencia por los productos de plástico, como envases, embalajes, utensilios etc. De manera que según, los principales cambios en la composición de los residuos generados que se presentan son: el aumento de plásticos y la disminución de la materia orgánica, debidos principalmente a cambios en los patrones de consumo.

Galindo Gonzales (2018), describe en su trabajo, las metodologías para el uso de plástico como adición al concreto para la fabricación de bloques, de tal manera que contribuya a la

innovación en la reutilización de este material en la industria de la construcción.

Acevedo, Castelblanco & Meza (2013), proponen aportar a la sostenibilidad del medio ambiente elaborando estibas plásticas con material recuperado, en busca de preservar los bosques y haciendo posible la reutilización de productos desechados, además la generación de trabajo y productos accesibles a toda la población.

Orozco (2018), analizaron en su estudio, la viabilidad económica de la implantación de una planta de pirólisis de plásticos en un reactor spouted bed cónico, con una capacidad de 2500 kg h⁻¹ de alimentación continua. El proceso se enfocó en el tratamiento de una familia polimérica denominada poliolefinas (polietileno de alta y baja densidad y polipropileno), siendo este tipo de plásticos los constituyentes mayoritarios de los plásticos de desecho de los residuos sólido urbanos. Los resultados del estudio muestran que el pirólisis de plásticos puede ser factible utilizando determinadas alternativas, siendo de gran interés para solucionar el problema de los residuos poliméricos a corto plazo.

Rojas (2016), en su trabajo, muestra el desarrollo experimental del proceso de pirólisis, llevado a cabo en un reactor cerrado tipo semi-batch, donde se analiza la producción de hidrocarburos líquidos a partir de residuos plásticos de poliestireno expandido.

2.5 Recolección de residuos plásticos reciclables para su transformación

González & Enrique (2013), formularon un plan de negocios para la creación de una empresa dedicada a la comercialización de residuos reciclables, donde se realizan labores de separación, recolección y comercialización de los excedentes industriales de plásticos, cartón, vidrio y chatarra generados de cada uno de sus procesos productivos, buscando siempre garantizar a sus clientes el manejo adecuado de los residuos que generan, de acuerdo a la legislación vigente aplicable, convirtiéndose en alternativa de desarrollo sostenible como gestor estratégico ambiental.

Salas & Erazo (2019), buscan mitigar y controlar la generación de residuos en la industria avícola y llevando a cabo el plan de gestión integral de residuos sólidos – líquidos, con herramientas de control de residuos, contribuyendo a la preservación del medio ambiente y la creación de una cultura sobre el tratamiento, implementando una disposición final.

(Salas & Avila., 2019) Se establecen etapas de generación, manipulación, acondicionamiento, recolección, transporte, almacenamiento y disposición final. Promoviendo el

manejo adecuado de los residuos generados en planta para asegurar el estado sanitario de las áreas de proceso garantizando al final la inocuidad del producto.

Los aportes más relevantes de las investigaciones y trabajos consignados en esta revisión bibliográfica, se centran en la importancia que tiene para sociedad, los ecosistemas y las formas de producción, la transformación del plástico que ha sido desechado. Aspectos como la mitigación de acumulación de residuos sólidos y la tala de bosques se dan por el reciclaje de materiales sólidos que al ser utilizados para elaborar nuevos productos reducen costos frente a otros con la misma función, pero elaborados con materias primas cuyo uso y procesamiento impactan negativamente el medio ambiente.

Del mismo modo, otro aspecto importante que resaltan las investigaciones consultadas es el fomento en las comunidades en adoptar una cultura organizada de aprovechamiento de los desechos sólidos que ellas mismas generan con objetos como envases, etiquetas, empaques, etc., que afectan los entornos naturales.

Por otro lado, el compendio teórico consultado establece que los productos elaborados con plástico reciclado surgen como nuevos materiales que pueden ser utilizados en la arquitectura de interiores de viviendas, considerando que son elementos que soportan cargas importantes, son más ecológicos, más livianos; y ofrecen una mayor aislación térmica que otros tradicionales, lo cual permite sustituir productos a base de la madera natural, que se han utilizado por mucho tiempo afectando los ecosistemas.

En cuanto a los tipos de tecnologías para la transformación de plástico residual para el proceso que se pretende desarrollar en este proyecto se viabilizan como los más indicados los sistemas de extrusión, inyección y moldeo por compresión.

Finalmente en los trabajos consignados se busca a través de sus procesos generar un Impacto ambiental, económico y social positivo por la transformación del plástico residual, sumado a la opción laboral que tienen las personas involucradas para mejorar su calidad de vida, la disminución de contaminación en el medio ambiente y la creación de una cultura sobre su tratamiento y disposición final.

2.6 Normatividad del servicio público de aseo en Colombia

La normatividad Colombiana a través de la Corte Constitucional establece la gestión integral de residuos sólidos y el reciclaje inclusivo, estableciendo garantías a los recicladores

como la remuneración por ejercer una actividad de aprovechamiento, además responsabiliza a los entes municipales, sobre el aporte, medios y posibilidades para que los grupos de reciclaje ejerzan su actividad.(T-740-15 CC)

Es así, que de acuerdo al documento del Minvivienda (2014), se expide el Decreto 2981 de 2013 (compilado en el Decreto 1077 de 2015) el cual reglamenta la prestación del servicio público de aseo y lo incluye como actividad de aprovechamiento.

Al respecto, se entiende como aprovechamiento, el proceso complementario que se realiza por los prestadores del servicio de recolección de desechos quienes seleccionan los residuos aprovechables, los transportan por separado hasta el sitio de clasificación, donde se selecciona y se pesa.

De igual forma, la normatividad de la Superintendencia de servicios públicos domiciliarios (2018), contempla:

En el Decreto 596 de 2016 y la Resolución 276 de 2016, la reglamentación del esquema de la actividad de aprovechamiento y las etapas de formalización que tienen las organizaciones de recicladores de oficio como personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento.

Cabe anotar, que el aprovechamiento de los desechos es abordada en sentencias como la Sentencia T-740/15, Corte Constitucional (2015), que plantea que el “aprovechamiento de residuos sólidos hace parte de la prestación del servicio público de aseo definiéndola como actividad complementaria del servicio público de aseo que comprende la recolección de residuos aprovechables separados en la fuente por los usuarios, el transporte selectivo hasta la estación de clasificación y aprovechamiento o hasta la planta de aprovechamiento, así como su clasificación y pesaje”.

Finalmente es importante también reseñar la Resolución 693 del 19 de abril de 2007 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial (2007), por la cual se establecen criterios y requisitos que deben ser considerados para los Planes de Gestión de Devolución de Productos Pos consumo de Plaguicidas, como envases o empaques y los embalajes.

CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

En este capítulo se relaciona el proceso metodológico a llevar a cabo en el desarrollo de la investigación, con lo cual se pretende definir cada uno de los pasos para lograr cada uno de los objetivos propuestos.

3.1 Tipo de estudio

La presente investigación se cataloga como descriptiva - cuantitativa, teniendo en cuenta que se quiere conocer cantidades y cualidades de un determinado suceso o evento, de igual manera, se busca obtener características propias que presenta el municipio de Boyacá con relación al plástico.

Por lo anterior, la investigación descriptiva consiste en detallar algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos, utilizando criterios sistemáticos que permitan poner de manifiesto su estructura o comportamiento. De esta forma se pueden obtener las notas que caracterizan a la realidad estudiada.

Al respecto, Hernández, Fernández, & Baptista (2010) afirman:

El enfoque cuantitativo utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis previamente hechas, confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de estadísticas para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población. (p. 5), como en el caso de estudio, determinar el proceso de transformación de plástico residual en postes en el municipio de Boyacá.

3.2 Tipo de Investigación

Exploratorio específico para un estudio de caso y analítica puesto que se realizó un seguimiento a cada una de las actividades y procesos.

3.3 Estructura Metodológica

La metodología a utilizar en el desarrollo del proyecto está directamente enfocada en la recolección de información, análisis y estudios investigativos, y evidencia dadas del sitio, para lo cual se proyecta el desarrollo de las siguientes fases:

Fase 1. Recopilación de la información

- Información secundaria

En esta fase se consultan las diferentes fuentes teóricas existentes en documentos físicos

como libros, tesis de grado, informes estadísticos y páginas web especializadas que tratan la temática del estudio. La búsqueda se realizó en motores de búsqueda: Google académico, Dial Net, Scielo, plataforma de Universidad EAN de Bogotá D.C.

- Información primaria

Se acude a los instrumentos de observación directa, visita de campo, documentos institucionales y datos aportados por la comunidad del sector donde se realiza la investigación

.Observación directa: Este método de recolección de información se utilizó para realizar un diagnóstico actual del sistema de gestión integral de residuos sólidos en el municipio de Boyacá, para lo cual se registraron en lista de chequeo establecida en Decreto 2981 de 2013 del Ministerio de Vivienda y Medio Ambiente. (Ministerio de Vivienda y Medio ambiente, Ciudad y Territorio (MVCT). (Decreto 2981, 2013), formato donde consignan los aspectos a los que actualmente se les está dando cumplimiento legal, y, los que no se han implementado o no se tienen en cuenta. (Anexo A)

Visita de campo: Para realizar el proceso de cálculo de las cantidades de reciclaje en el municipio se realizó una visita de campo a 384 familias de la población para aplicar una encuesta (Anexo B), con los objetivos de establecer cómo los habitantes del municipio de Boyacá realizan la recolección de desechos sólidos y conocer el concepto de potenciales compradores sobre el uso de postes elaborados a partir del plástico recuperado.

Datos aportados por la comunidad para obtener información sobre la disposición final de desechos en el municipio de Boyacá, y se consultaron registros de la empresa SERVIMARQUEZ, (Anexo C) los cuales aportaron los datos sobre la relación de toneladas no aprovechable en el botadero Pirgua en 2019; por otro lado en el área rural se establecieron los datos según información suministrada por la alcaldía municipal de Boyacá, por proyección por habitantes, ya que no se cuenta con una empresa recolectora en el área rural de recolección de residuos domiciliarios.

- Elaboración de instrumentos requeridos,

La encuesta dirigida a los pobladores urbanos y rurales del municipio de Boyacá, fue el instrumento elaborado para obtener información de las personas encuestadas, teniendo en cuenta el problema en estudio.

- Aplicación de instrumentos

Encuesta a habitantes del municipio de Boyacá

Este instrumento se seleccionó como instrumento para la obtención de información primaria porque permite obtener gran cantidad de información en poco tiempo directamente de la fuente y muestra que hace parte de la población la cual es la generadora de desechos sólidos en el municipio, personas que en general tienen características similares, por lo que aportaron datos requeridos en la investigación presentados en el aparte de resultados en forma de gráficas estadísticas.

El desarrollo metodológico de este trabajo se realizó en la totalidad del municipio de Boyacá, que cuenta con aproximadamente 5.000 habitantes según el Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 Boyacá- Boyacá (2019), un número de hogares de aproximadamente de 2.000 el cual será tomado como el tamaño del universo (p.51), que es el generador de residuos sólidos. De esta manera, para definir la muestra en una población finita se utiliza la fórmula de Murray y Larry. $n = z^2 Npq / e^2 (N - 1) + z^2 pq$

Dónde:

z = grado de confianza con el que se va a trabajar

N = tamaño del universo

p = probabilidad a favor

q = probabilidad en contra

e = error de estimación

Para el presente estudio de mercado se escogió un grado de confianza de 95%, establecido el porcentaje se pasó a decimal y se dividió entre 2 ($0.95/2 = 0.475$); el valor resultante (0.475) se buscó en la tabla de distribución normal estándar y así se logró establecer el valor “ z ” que fue de 1.96. El tamaño del universo es de 2.000, el cual corresponde al número de núcleos familiares en el municipio según la Alcaldía de Boyacá. (p.51).

En el caso de las variables p y q (probabilidad a favor y probabilidad en contra), se trabajó con una probabilidad de 50% para cada una, puesto que estadísticamente se desconocen los valores de dichas variables, por su parte, el error de estimación (e) fue del 5%.

Reemplazando en la fórmula se tiene:

$$n = \frac{1.960.^2 * 2000 * 0.5 * 0.5}{0.05^2 (2000 - 1) + 1.96^2 * 0.5 * 0.5} = \frac{1920,8}{4.999901} = 384$$

En este caso se aplicó la encuesta (Anexo B) a 384 personas, una de cada núcleo familiar en el municipio de Boyacá, donde se obtuvo información sobre la forma, clase y cantidades de desechos sólidos que genera cada familia, aceptación de los productos desarrollados con plástico reciclado, los precios que pagan por postes convencionales y el precio que estarían dispuestos a pagar por postes de plástico reciclado. (Anexo K)

De acuerdo al Plan de Desarrollo de Boyacá (2016), políticamente el municipio está conformado por 12 veredas a saber huerta grande no. 1, huerta grande no. 2, huerta chica, Rique, Centro rural, Vanega norte, Soconzaque occidente, Soconzaque oriente, Vanega sur, Pachaquirá, Rupaguata, Siraquita.

La vereda con mayor extensión en km² es la vereda Huerta Grande, seguido de Rique, y Soconzaque Occidente, mientras que las veredas más pequeñas son Siraquita, Huerta Chica y Rupaguata, la vereda con mayor minifundio o mayor cantidad de predios es la vereda de Huerta Grande con 1.578 de los 8.452 predios. (p.13) Administración municipal Boyacá (2019).

Teniendo en cuenta lo anterior la aplicación de las 384 encuestas se realizaron por dos encuestadores y se distribuyó de acuerdo a la extensión y cantidad de predios, incluida la zona urbana de la siguiente manera cabe recalcar que es un municipio minifundista:

Encuestador 1: En las veredas Huerta Grande, Rique, y Soconzaque Occidente y el centro urbano se aplicó el 50% de los formatos equivalentes a 192 encuestas. (Primera y segunda semana del mes de septiembre de 2019)

Encuestador 2: En las veredas de mediano tamaño, Centro rural, Vanega norte, Vanega sur, Pachaquirá, se diligencio el 30% de las encuestas equivalentes a 115 cuestionarios. (Tercera semana del mes de septiembre de 2019)

Encuestador 2: Finalmente, en las veredas Huerta chica, Rupaguata, Siraquita por ser las de menor extensión y población se aplicó el 20% de las encuestas equivalentes a 77 cuestionarios. (Cuarta semana del mes de septiembre de 2019)

Fase 2. Consulta de cantidad de generación y recolección diaria de residuos de plásticos en el municipio de Boyacá.

En esta fase se buscó identificar los tipos de residuos sólidos y sus características, la cantidad en toneladas que se producen en las áreas urbanas y rurales del municipio de Boyacá, información primaria obtenida en las entidades municipales, listas de chequeo de acuerdo al

Decreto 2981 de del Ministerio de Vivienda y Medio Ambiente, Sistema Unico de Formación Normativa (2013), y encuesta a usuarios.

Las actividades realizadas incluyeron el registro de datos de los siguientes procesos:

- Selección de residuos sólidos de acuerdo a sus características físicas y químicas para su respectiva clasificación: información obtenida de la lista de chequeo, datos suministrados por la empresa de servicios SERVIMARQUEZ y la visita de campo al sector rural del municipio.

- Sistema de Pesaje de los residuos sólidos: mediante observación directa en el sitio de almacenamiento y registro en la lista de chequeo

- Tabulación y análisis de la información: de lo que se generaran tablas e interpretación de los datos obtenidos.

Fase 3. Definición de método de obtención de residuos plásticos para producción de postes.

- Proyección de distribución en planta: diseño proyectado de un esquema sobre la organización del sitio de producción con el propósito de ir determinando la capacidad instalada requerida para la producción de postes de plástico residual.

- Diseño del proceso utilizando metodologías y herramientas como diagramas de flujo de procesos y una descripción detallada de cada uno y su interacción con el sistema: para organizar el paso a paso de cada uno de los procesos que intervienen en la producción.

- Asignación de zonas de almacenamiento, compactación, separación, compostaje y áreas de expedición para dar paso al diseño y distribución en planta de la maquinaria y espacios: para lo cual se realizará la consulta bibliográfica respectiva como apoyo y orientación para definir las herramientas y máquinas más indicadas para el entorno de éste modo, se seleccionaran 20 fuentes relacionadas con el tema de transformación de plástico residual, en países europeos, asiáticos y americanos.

Fase 4. Definición de proceso de transformación y obtención de postes de plástico.

- Diseño de los procesos y metodologías de producción: teniendo en cuenta los trabajos e investigaciones consultadas.

Se analizaron pruebas realizadas en otras investigaciones para tomarlas como y definir cuál método de fabricación de productos con base en residuos de plástico es el más idóneo para realizar la producción de postes en la región del municipio de Boyacá.

- Parámetros básicos de procesos: elaboración de protocolos y manuales de función que detallen como se realizará el proceso productivo.

Se definirá la forma de clasificar los materiales, su separación de acuerdo al tipo de termoplástico para luego, limpiar, moler y paletizar, convirtiéndose en nueva materia prima.

Se describirá el proceso de separación, trituración y compactación del material del que se dispone con máquinas compactadoras, trituradoras y tamizadoras, para material con la dimensión aceptada.

Se realizará la descripción del sistema de extrusión de los postes de plástico y los procesos posteriores con el fin de habilitar adecuadamente el artículo, el sellado y cortado.

Cuantificación de la producción diaria de residuos de todos los sectores domiciliarios, institucionales, oficiales, hospitalarios y comerciales, dato global que incluye la producción urbana.

Proyección anual de recolección de residuos sólidos, con base en los datos suministrados por la empresa de servicios de recolección del municipio.

Descripción de la maquinaria requerida para fabricación de postes de material reciclable.

Estudio de costos para el montaje de la planta.: mediante cotizaciones de equipos, maquinaria, insumos y recursos necesarios para el montaje de la planta.

Cuantificación de la producción diaria de residuos de todos los sectores domiciliarios, institucionales, oficiales, hospitalarios y comerciales, dato global que incluye la producción urbana.

Proyección anual de recolección de residuos sólidos, con base en los datos suministrados por la empresa de servicios de recolección del municipio

Descripción de la maquinaria requerida para fabricación de postes de material reciclable.

Fase 5. Descripción del impacto generado por la disminución de carga residual en la empresa de aseo del municipio

Proyección de la disminución carga residual municipio de Boyacá.

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1 Generación y Recolección de Residuos Plásticos en el municipio de Boyacá

En el presente capítulo la situación problema a resolver está enfocada a desarrollar un sistema de manejo integral de residuos sólidos con el fin de seleccionar el material que pueda reutilizarse o transformarse en materia prima para la elaboración de nuevos productos y además reducir el volumen de basura que se deposita en el relleno sanitario.

Para tal fin se van a tratar los siguientes aspectos:

- Proceso de recolección de basuras en el municipio de Boyacá
- Diagnóstico inicial del sistema de gestión integral de residuos sólidos en el municipio de Boyacá.

Es responsabilidad de los municipios y/o distritos velar porque la prestación del servicio público de aseo se dé en el marco de una adecuada planeación y gestión integral de los residuos sólidos en todo su territorio, a partir de principios de calidad, eficiencia, solidaridad y sostenibilidad, en función de garantizar la presencia de la comunidad en la gestión y fiscalización del servicio, lo que permite el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos (minvivienda.gov.co - Guía para la formulación, implementación, evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de gestión integral de residuos sólidos pag. 17)

En este sentido, la planeación debe estar orientada a disminuir o prevenir la generación de residuos, promoviendo el aprovechamiento, la valorización, el tratamiento y la disposición final, es por esto que se generan los PGIRS para solucionar a pequeña escala los inconvenientes de residuos sólidos.

4.2 Proceso de recolección de basuras en el municipio de Boyacá

Boyacá es un municipio que cuenta con un área de 48 /km², un promedio actual de 98 habitantes por Km², y una población cercana a los 5.000 habitantes, datos registrados en el Plan de Desarrollo (2016-2019). Administración municipal Boyacá (2019).

En la actualidad los habitantes tienen un itinerario de recolección dado por el municipio de la siguiente forma: lunes y jueves orgánico, miércoles inorgánico y sábado higiénicos, el cual presenta fallas como son falta de sensibilización y capacitación a la población respecto a la presentación y selección en la fuente de los residuos sólidos, debido transporte y proceso de recuperación; lo cual genera contaminación de agua, aire y suelo del municipio que por ende

afecta la calidad de vida de la población.

El municipio de Boyacá genera aproximadamente 90 toneladas al año y un promedio de 8 toneladas/mes, de residuos sólidos los cuales son transportados y depositados al relleno sanitario de Pirgua, ubicado en municipio de Tunja, donde según Caraballo (2015), 63 municipios depositan sus residuos sólidos, de los cuales 59 pertenecen al departamento de Boyacá. (p.45)

Teniendo en cuenta la necesidad de recuperación aprovechamiento y almacenamiento de residuos sólidos en el municipio el siguiente paso es la realización de un diagnóstico del sistema de gestión integral de residuos sólidos en municipio para el logro de beneficios sociales ambientales y económicos, a partir de la auto-sostenibilidad mediante el aprovechamiento de los residuos sólidos, para la obtención de otros ingresos con alianzas estratégicas con los municipios vecinos que necesiten del servicio de utilización y almacenamiento de residuos sólidos.

4.3 Diagnóstico inicial del sistema de gestión integral de residuos sólidos en el municipio de Boyacá

En éste aparte, se consigna el diagnóstico del manejo actual de los residuos sólidos, utilizando como instrumento de recolección de información una lista de chequeo establecida por el Decreto 2981 de 2013 del Ministerio de Vivienda y Medio Ambiente. (Anexo A)

4.3.1 Generalidades en la prestación del servicio de aseo en el municipio de Boyacá

Aspectos en cumplimiento. De acuerdo al registro de la lista de chequeo en el municipio de Boyacá, la unidad de servicios públicos presta todas sus actividades con continuidad, cuenta con programas de atención a fallas, emergencias y una atención oportuna al usuario, presta todas sus actividades de manera continua e interrumpida, con las frecuencias mínimas establecidas, cumple con las obligaciones de la función social y ecológica de la propiedad, formula e implementa el programa para la prestación del servicio,

Además, se dispone de una oficina para recibir, atender, tramitar y resolver todo tipo de peticiones, quejas y recursos que presenten los usuarios y cuenta con los permisos, licencias y demás autorizaciones que la índole de sus actividades requiera.

En relación con el proceso de recolección de desechos, no están definidos los objetivos, metas, tácticas, campañas educativas, actividades y cronogramas, costos y fuentes de financiación. Además, no se revisa y ajusta el programa de acuerdo con la actualización de plan

de gestión integral de residuos sólidos.

En el municipio, la unidad de servicios públicos identifica los costos asociados al servicio público de aseo correspondiente a las actividades del servicio, incorpora la limpieza de playas y áreas urbanas, estructura y mantiene actualizado un programa de gestión del riesgo, presenta su plan de gestión de riesgos y ejecuta las medidas de mitigación y corrección pertinentes en caso de presentarse un evento de riesgo.

Sin embargo, en la unidad de servicios públicos del municipio, no se cumple con las siguientes actividades según la información obtenida de la lista de chequeo: (Anexo A) recolección, transporte, barrido, limpieza de vías y áreas públicas, Corte de césped, poda de árboles en las vías y áreas públicas, transferencia, tratamiento, aprovechamiento, disposición final y lavado de áreas públicas. Además, no se capacita a todo su personal sobre los procedimientos a seguir en caso de presentar un evento de riesgo.

En el municipio de Boyacá, los usuarios del servicio público de aseo no almacenan los residuos sólidos adecuadamente, tampoco realizan la separación de residuos en la fuente para su adecuado almacenamiento y presentan o sacan los residuos a la calle el día que pasa el carro recolector.

Sin embargo, los usuarios del servicio público de aseo no presentan los residuos sólidos en recipientes retornables o desechables, de forma tal que faciliten la actividad de recolección por parte del prestador, no almacenan en recipientes la cantidad de residuos tanto en volumen como en peso, acorde a la tecnología utilizada para su recolección.

Por otro lado, los recipientes retornables no tienen una capacidad proporcional al peso, volumen y características según los residuos que contengan, no tienen resistencia para soportar la tensión ejercida por los residuos sólidos contenidos y por su manipulación que evite la fuga de residuos o fluidos, no se verifica que los recipientes retornables para el almacenamiento de residuos sólidos sean lavados de tal forma que al momento de presentarlos cuenten con condiciones sanitarias adecuadas.

Además, los recipientes no retornables, utilizados para almacenamiento y presentación de los residuos sólidos no proporcionan seguridad, higiene ni facilitan el proceso de recolección de acuerdo con la tecnología utilizada por el prestador, tanto para la recolección de residuos con destino a disposición final como a procesos de aprovechamiento; de igual forma, los recipientes

no retornables, utilizados para almacenamiento y presentación de los residuos sólidos no tienen un sistema de fácil cierre o amarre y no se cuenta con una unidad de almacenamiento de residuos sólidos.

Respecto a la unidad de almacenamiento se registran también aspectos como el deterioro de los acabados que no permiten su fácil limpieza esto con el fin de impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos, no se cuenta con un adecuado sistema de ventilación, tales como rejillas o ventanas, y de prevención y control de incendios, como extintores y suministro cercano de agua y drenaje.

Además, la unidad de almacenamiento, no está construida de manera que se evite el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras clases de vectores, y que impida el ingreso de animales domésticos, no tiene una adecuada ubicación y accesibilidad para los usuarios, no cuenta con recipientes o cajas de almacenamiento de residuos sólidos para realizar su adecuado almacenamiento y presentación, teniendo en cuenta la generación de residuos y las frecuencias y horarios de prestación del servicio de recolección y transporte, no se mantiene aseada, desinfectada y fumigada por parte, de los usuarios ya que son los directos responsables.

Por otro lado, cuando se realizan actividades de separación, la unidad de almacenamiento no dispone de espacio suficiente para realizar el almacenamiento de los materiales, evitando su deterioro.

De igual forma el usuario agrupado no tiene la posibilidad de elegir entre la presentación de los residuos en el andén o en la unidad de almacenamiento, no cuenta con los recipientes suficientes para el almacenamiento, de acuerdo con la generación de residuos y las frecuencias y horarios de prestación del servicio de aseo.

Respecto a la plaza de mercado, el cementerio, el matadero, el polideportivo no tienen establecido programas internos de almacenamiento y presentación de residuos, de modo que se minimice la mezcla de los mismos y se facilite el manejo y posterior aprovechamiento, en especial de los de origen orgánico, los residuos sólidos evacuados por ductos, no son empacados en recipientes no retornables y de acuerdo con el tamaño de los ductos y el usuario no realiza la presentación de los residuos en el andén del inmueble generador

En cuanto a la presentación de los residuos sólidos en el municipio de Boyacá, no se evita la obstrucción peatonal o vehicular, ni se cumple con las normas urbanísticas vigentes en el

municipio, de tal manera que no facilita el acceso para los vehículos y personas encargadas de la recolección y la fácil limpieza en caso de presentarse derrames accidentales.

En el caso de urbanizaciones o agrupaciones de viviendas y/o demás predios que por sus condiciones impiden la circulación de vehículos de recolección, así como en situaciones de emergencia, los usuarios no trasladan los residuos sólidos hasta el sitio determinado por la empresa prestadora del servicio público de aseo.

No se cuenta con la cantidad requerida de cajas que garantizan el almacenamiento de la totalidad de los residuos generados, acorde con la frecuencia de recolección establecida por la empresa prestadora del servicio de recolección y transporte.

En las cajas de almacenamiento no se depositan únicamente los residuos sólidos ordinarios

Los lixiviados almacenados en el vehículo que se originan durante la recolección y transporte de los residuos sólidos ordinarios son depositados en el sitio de disposición final para su respectivo tratamiento.

Sin embargo, la unidad de servicios públicos no cuenta con equipos y mecanismos suficientes que garanticen la suplencia en caso de averías y mantenimiento de los mismos, no presta el servicio de recolección de residuos aprovechables y no aprovechables de tal forma que no se generen riesgos a la salud pública, no cuenta con la capacidad necesaria de cajas de almacenamiento de acuerdo a la generación de residuos, frecuencias y horarios de la prestación del servicio, para que los residuos sólidos depositados no desborden su capacidad.

La unidad de servicios públicos no capacita a su personal encargado del manejo de residuos sólidos, ni dota de equipos de protección personal, identificación, uniformes de trabajo con aditamentos reflexivos y demás implementos al personal encargado de la recolección de basura.

Para la recolección en zonas rurales no se cuenta con vías adecuadas, ni con sitios de almacenamiento colectivo previamente convenidos con la comunidad.

La unidad de servicios públicos tiene un horario de recolección teniendo en cuenta la cantidad de residuos generados, las características de cada zona, la jornada de trabajo, el clima, la capacidad de los equipos, las dificultades generadas por el tráfico vehicular o peatonal, presenta una frecuencia mínima de recolección de residuos no aprovechables al menos dos veces

por semana, utiliza medios masivos de difusión de amplia circulación local para la divulgación de los horarios y frecuencias de las macro-rutas y micro-rutas, informa las frecuencias de recolección del servicio en las facturas de cobro del servicio público de aseo, publica en la página web las rutas y horarios de prestación de las diferentes actividades de recolección del servicio, realiza estudios previos como lo son; cantidad de residuos sólidos falta de infraestructura vial, compatibilidad con los vehículos destinados a la recolección antes de la instalación de una caja de almacenamiento, cuenta con vehículos motorizados claramente identificados (color, logotipos, placa de identificación entre otras características y cuenta con un equipo de comunicación.

La unidad de servicios público no realiza la recolección y transporte de los residuos sólidos, originados por poda de árboles o arbustos, y corte del césped en áreas públicas.

Para la recolección de los residuos ordinarios generados en la plaza de mercado, en el matadero y el cementerio del municipio, la unidad de servicios públicos no dispone cajas de almacenamiento ubicadas estratégicamente, tanto para residuos aprovechables como no aprovechables.

Los vehículos cumplen con las normas vigentes para emisiones atmosféricas y se ajustan a los requerimientos de tránsito.

Los vehículos destinados al transporte de fracciones de residuos sólidos orgánicos biodegradables poseen depósitos y permiten su cierre o cubierta de tal manera que impiden la fuga o descarga, están cubiertos durante el transporte de manera que se reduce el contacto con la lluvia y el viento y se evita el esparcimiento y el impacto visual y estético.

No obstante, la unidad de servicios públicos no tiene el conocimiento de los propósitos fundamentales de aprovechamiento de residuos sólidos.

Los residuos sólidos aprovechables presentados por los usuarios no están limpios y debidamente separados por tipo de material.

La unidad de servicios públicos no identifica los residuos sólidos aprovechables contaminados con residuos peligrosos, metales pesados, ni bifenilos policlorados, no realiza el proceso de almacenamiento de tal manera que no se deteriore su calidad ni se pierda su valor.

La planta de clasificación, aprovechamiento y almacenamiento no cuenta para su ubicación con los usos de suelo establecidos en la norma de ordenamiento territorial, ni está

debidamente cubierta y con cerramiento físico con el fin de prevenir y mitigar los impactos sobre el área de influencia, además no cuenta con el respectivo diagrama de flujo del proceso incluida recepción pesaje y registro, no cuenta con las siguientes áreas de operación: recepción, pesaje, selección y clasificación, procesos para materiales aprovechables, procesos para materiales de rápida biodegradación, tampoco cuenta con un sistema de ventilación y extracción adecuada que controle la emisión de olores, sin un sistema de drenaje para el control de aguas lluvias y sistema de recolección tratamiento de lixiviados cuando sea el caso, sin las autorizaciones a que haya lugar y no cuenta con pisos y paredes que permitan su aseo y desinfección periódica, ni mantenimiento mediante lavado.

El municipio elabora, implementa y mantiene actualizado un plan para la gestión integral de residuos o desecho sólidos.

El plan de gestión integral de residuos sólidos garantiza la participación de los recicladores de oficio en la formulación, implementación y actualización, es prioridad los estudios de factibilidad sobre el aprovechamiento de residuos.

En la elaboración del plan de gestión integral de residuos sólidos se tiene en cuenta aspectos sociales, económicos, técnicos, operativos, comerciales y ambientales.

La unidad de servicios públicos cuenta con información completa y actualizada de sus usuarios especialmente su identificación, modalidad de servicio que reciben, cantidad de servicios que generan para realizar el seguimiento y control del servicio, en caso de suspensiones programadas del servicio público de aseo avisa a sus usuarios con cinco días de anticipación.

4.4 Cálculo de las cantidades de reciclaje en el municipio

Para realizar el proceso de cálculo de las cantidades de reciclaje en el municipio se aplicaron técnicas de recolección de información como visitas de campo y a la empresa de servicio de recolección de residuos legalmente constituida.

El desarrollo metodológico de este trabajo se realizó en la totalidad del municipio de Boyacá, caso urbano y 12 veredas, que cuenta con aproximadamente 5.000 habitantes, en un número de hogares de 2.000, según el plan de desarrollo (2016-2019). Administración municipal Boyacá (2019).

Las actividades realizadas se dividieron en 3 fases presentadas como sigue:

La Fase 1 se desarrolló en tres etapas o actividades como se muestra a continuación:

Actividad 1 Visita a 384 familias de la población. Cada visita incluyó la aplicación de una encuesta (Anexo J) cuyos objetivos serán:

1. Conocer el grado de educación de la población en temas de manejo adecuado para residuos sólidos ordinarios y su concepto sobre los postes elaborados a partir de plástico residual.
2. Evaluar la aceptación de la población con su condición de manejo de residuos.

En esta línea, las 384 encuestas se diligenciaron durante el mes de septiembre del año 2019 en el siguiente orden y teniendo en cuenta la extensión y población de las veredas, incluida la zona urbana de la siguiente manera:

Primera y segunda semana del mes de septiembre de 2019, en las veredas Huerta Grande, Rique y Soconzaque Occidente y el centro urbano se aplicó el 50% de los formatos equivalentes a 192 encuestas.

Tercera semana del mes de septiembre de 2019, en las veredas de mediano tamaño, Centro rural, Vanega norte, Vanega sur, Pachaquirá, se diligencio el 30% de las encuestas equivalentes a 115 cuestionarios.

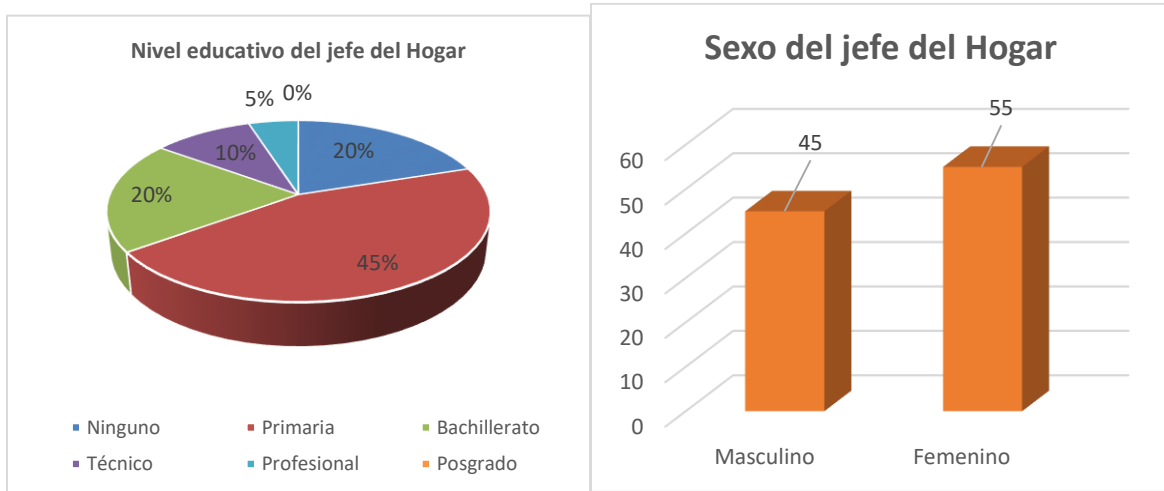
Cuarta semana del mes de septiembre de 2019, en las veredas Huerta chica, Rupaguata, Siraquita por ser las de menor extensión y población se aplicó el 20% de las encuestas equivalentes a 77 cuestionarios.

4.5 Resultados de la encuesta dirigida a habitantes del municipio de Boyacá para establecer como los realizan la recolección de desechos sólidos

El objetivo del siguiente análisis es obtener la información primaria requerida desarrollar la propuesta de disminución de carga residual en el municipio de Boyacá a partir de la producción de postes de plástico residual, para lo cual se realizó metodológicamente una encuesta a los habitantes del municipio.

A continuación, se presentan los resultados de la encuesta aplicada a los habitantes del sector rural del municipio de Boyacá, cuyo análisis se realiza con preguntas pertinentes y aplicables con base en la investigación de Garzón & Pinto (2017), página 22. (Anexo B) y Toro & Porras (2018).

4.5.1 Análisis sector rural



Figuras 1 y 2. Nivel educativo y sexo de los jefes de hogar en la zona rural. Fuente: Autor.

Para caracterizar el nivel académico y el género de los jefes de hogar encuestados, se indagó inicialmente sobre estos dos aspectos de lo cual se observa que predomina el porcentaje de personas que cuentan con estudios primarios y en una cantidad equivalente en segundo nivel los que no tienen ningún estudio y los que cuentan con nivel educativo secundario. Por otro lado se puede apreciar que en tercer nivel se encuentran personas con conocimientos técnicos y finalmente los que registran ser profesionales en un número menor de encuestados; en el nivel de posgrado ningún habitante rural registra este nivel académico.

Con respecto al género de las personas cabeza de hogar, se observa en general una homogeneidad entre sexos, ya que solo en un 5% los hombres son más numerosos que las mujeres que responden por la familia.

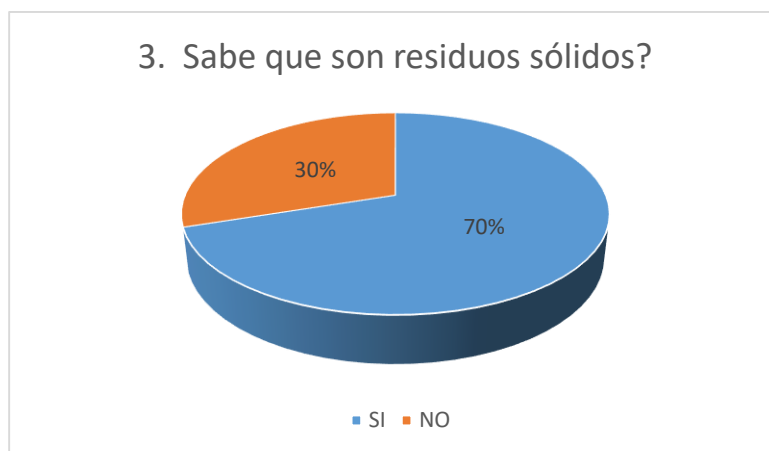
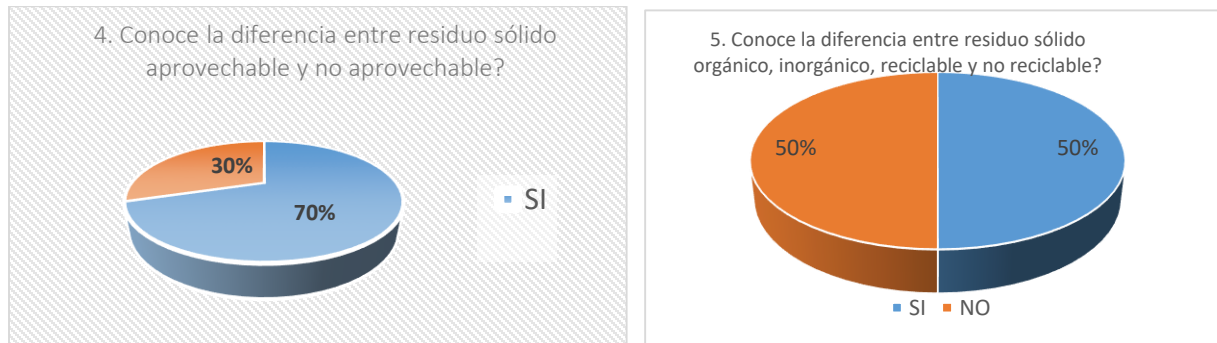


Figura 3. Conocimiento sobre residuos sólidos de los habitantes rurales. Fuente: Autor.

Los habitantes del sector rural del municipio de Boyacá en un importante porcentaje (70%), aseguran tener conocimiento de que es un residuo sólido, sin embargo el restante grupo de personas (30%), dice no conocer este concepto.



Figuras 4 y 5. Conocimiento sobre la diferencia de diferentes residuos de los habitantes rurales. Fuente: Autor.

En la figura 4 la mayoría de los encuestados (75%) es consciente del nivel de aprovechamiento o desecho que tienen los residuos sólidos, un grupo menor (25%) no conoce la diferencia entre un residuo sólido aprovechable y los no aprovechables. En la figura 5 se observa que porcentualmente (50%), está dividido el conocimiento sobre el estado de los residuos sólidos orgánicos, inorgánico, reciclable y no reciclable, de manera que en este aspecto la mitad de la población requiere sensibilización para el aprovechamiento de los residuos.

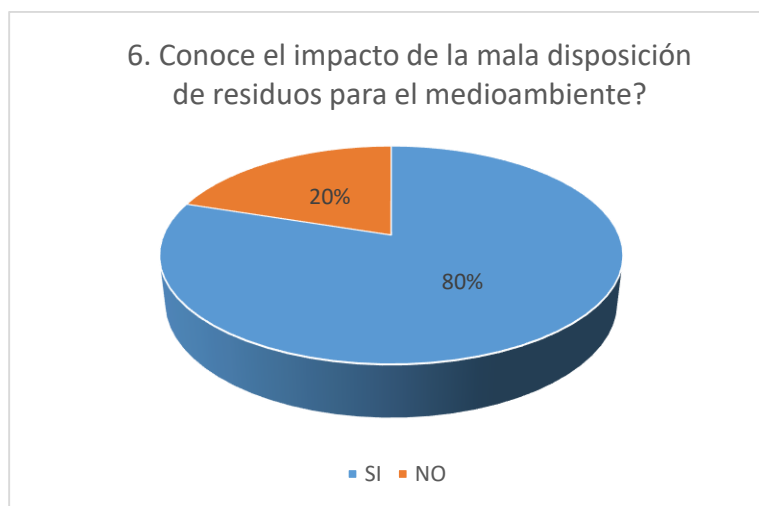
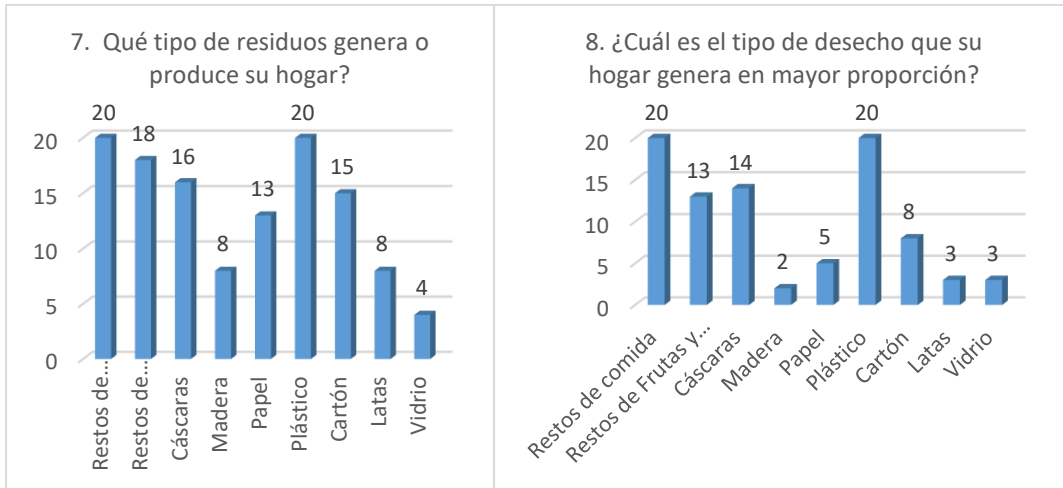


Figura 6. Conocimiento de impacto por mala disposición de los residuos de los habitantes rurales. Fuente: Autor.

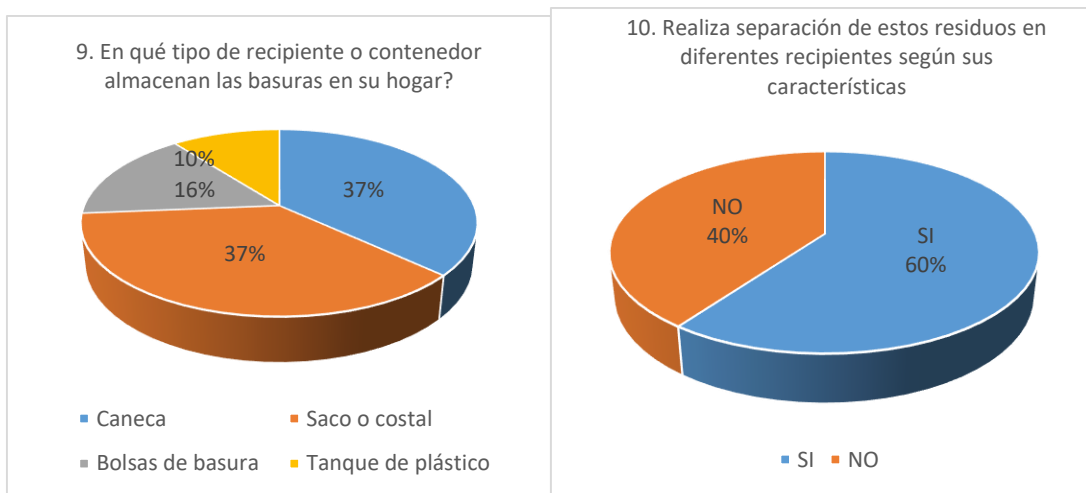
La figura 6 registra que la mayoría de las personas participantes (80%) sabe del impacto negativo que puede causar la mala disposición de los residuos, mientras que un número menor

(20%) no es consciente de las afectaciones que tienen el medioambiente si se dispone inadecuadamente.



Figuras 7 Y 8. Tipo y proporción de residuos generados en los hogares rurales. Fuente: Autor.

Las figuras 7 y 8 muestran que los hogares encuestados el tipo de residuos que mayor proporción se producen en las familias, son los restos de comida y el plástico cada uno con un (20%) respectivamente, y en porcentajes menores y diferentes otros desechos son los restos de frutas, cascaras, madera, papel, cartón, latas y vidrio.



Figuras 9 Y 10. Tipos de recipiente y clasificación de los residuos en la zona rural. Fuente: Autor.

La figura 9 muestra que los recipientes donde más almacenan las familias los residuos es en canecas y costales con un (37%) cada uno, para lo cual un tercer grupo dice utilizar bolsas de basura (16%), y en menor cantidad tanque de plástico.

La figura 10 registra que en un porcentaje mayor (60%) los habitantes separan los

residuos de acuerdo a su naturaleza; sin embargo, el porcentaje restante de familias (40%), de acuerdo a los jefes de hogar no realiza esta actividad.

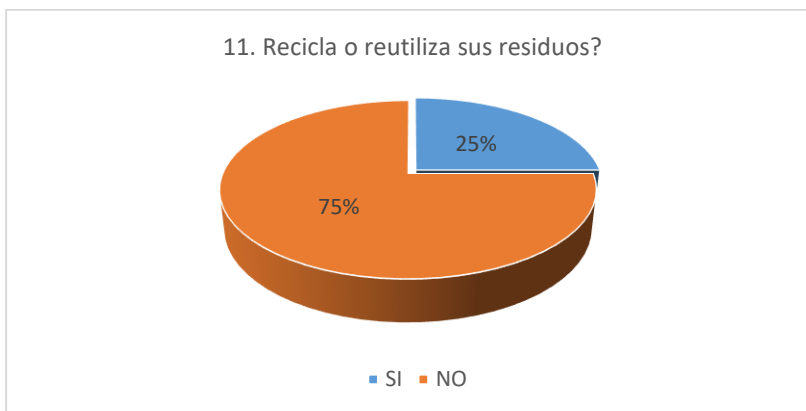


Figura 11. Reciclaje y reutilización de los residuos en la zona rural. Fuente: Autor.

La figura 11 muestra que gran parte de los hogares (75%) no reciclan, ni reutilizan los residuos que producen, tan solo un porcentaje menor de ellos (25%) si realiza esta actividad.

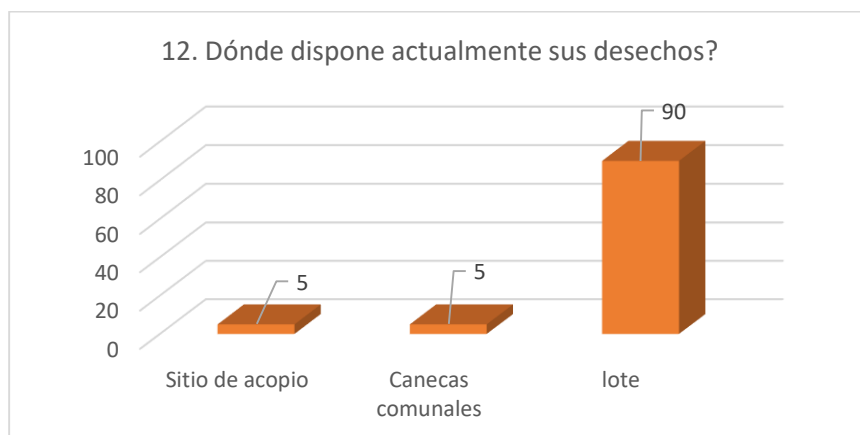
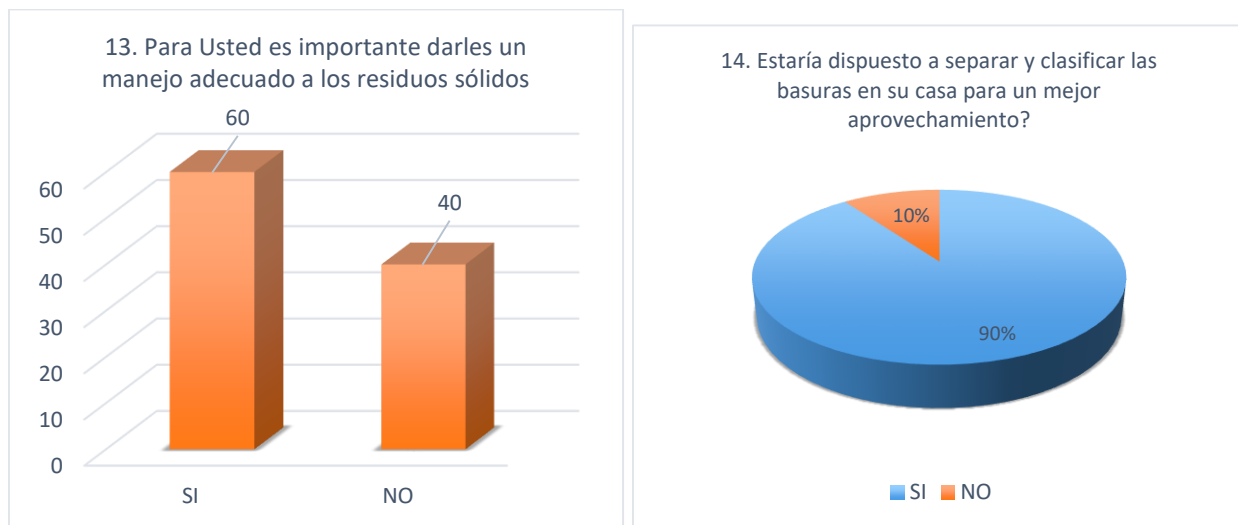


Figura 12. Disposición actual de los desechos en la zona rural. Fuente: Autor.

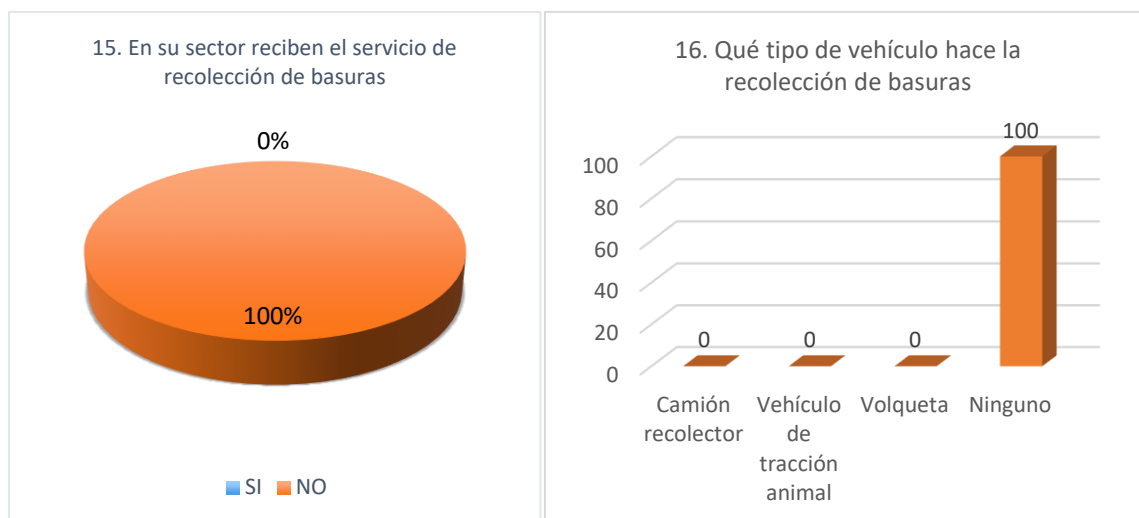
Sobre la disposición de residuos la figura 12 registra, según las personas cabeza de familia rural, el (90%) son depositados en un lote y en un porcentaje menor (5%) cada uno, los ubica en canecas o en un sitio de acopio.



Figuras 13 Y 14. Importancia y disposición para el manejo y clasificación de los residuos en la zona rural. Fuente: Autor.

La figura 13 muestra que en más de la mitad de los hogares rurales del municipio de Boyacá (60%), consideran importante manejar adecuadamente los desechos sólidos, aunque un grupo apreciable (40%), no considera prioritario darle buena destinación a los residuos.

En la figura 14, se observa que sin embargo la gran mayoría de los habitantes rurales (90%), están dispuestos a asumir una cultura de clasificación de residuos, pero los demás encuestados (10%), no tienen disposición para esta actividad.



Figuras 15 y 16. Servicio de recolección y tipo de vehículo que recoge las basuras en la zona rural. Fuente: Autor.

Las figuras 15 y 16, registran que el total de jefes de hogar (100), contestan que en su sector no existe el servicio de recolección de residuos con ninguna clase de vehículo

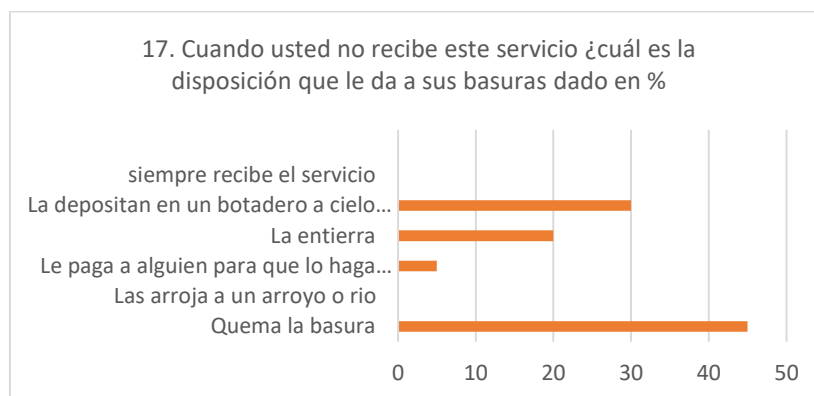
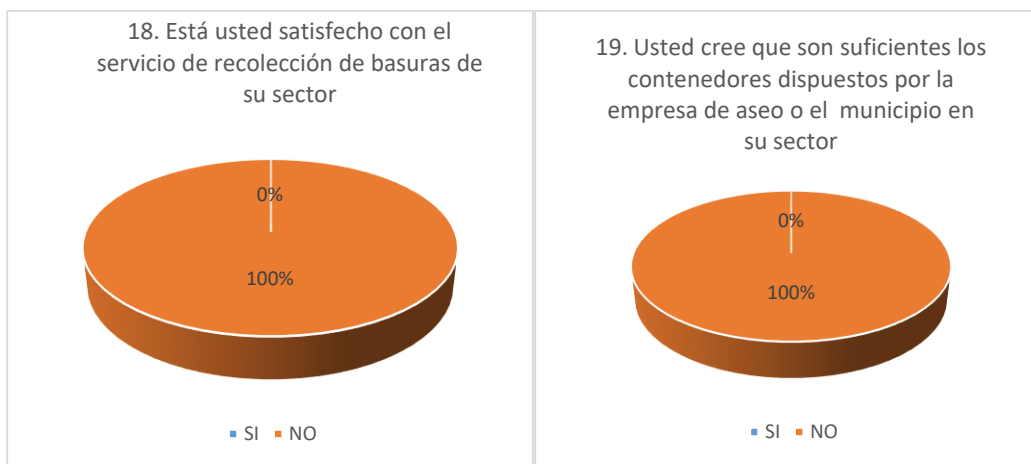


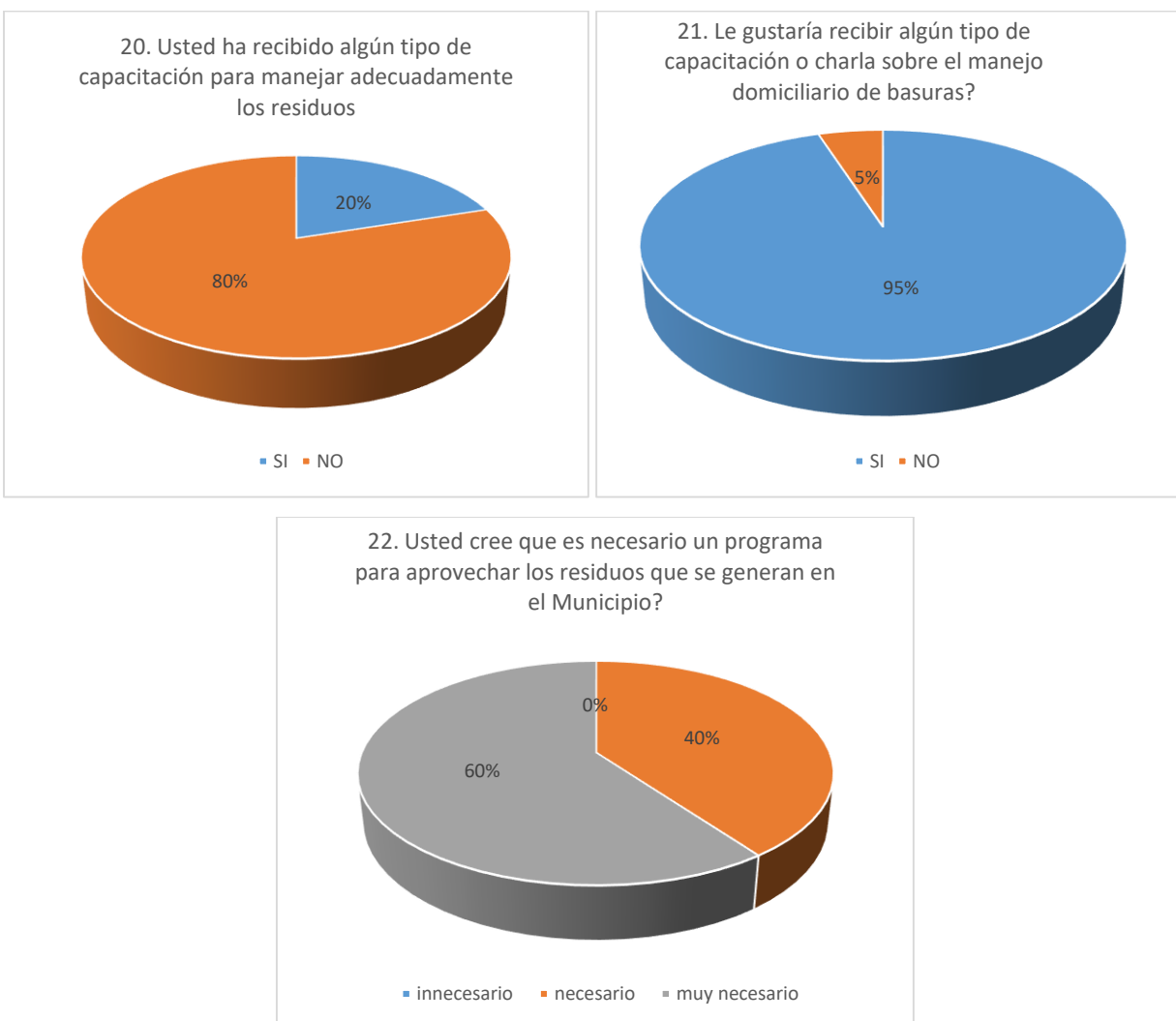
Figura 17. Disposición de las basuras al no recibir el servicio de recolección en la zona rural. Fuente: Autor.

En la figura 17 se observa que al no recibir el servicio de recolección los habitantes rurales del municipio, queman la basura (45%), en su gran mayoría, otro grupo (30%), la depositan en un botadero a cielo abierto o la entierra (20%) y un mínimo porcentaje de hogares (5%) paga por recogerlo, esto porque nunca hay este servicio. De cualquier forma, ningún habitante dice arrojar los desechos a algún cuerpo de agua.



Figuras 18 y 19. Nivel de satisfacción, sistema y calificación del servicio de recolección de basura en la zona rural. Fuente: Autor.

Las figuras 18 y 19, registran la información sobre el servicio de recolección, los dispositivos para acopiar la basura y el concepto sobre la calidad del servicio, a lo cual la totalidad de los encuestados (100%), asume insatisfacción, insuficiencia y nula calidad del servicio.



Figuras 20, 21 y 22. Capacitación y programas en manejo de residuos en la zona rural. Fuente: Autor.

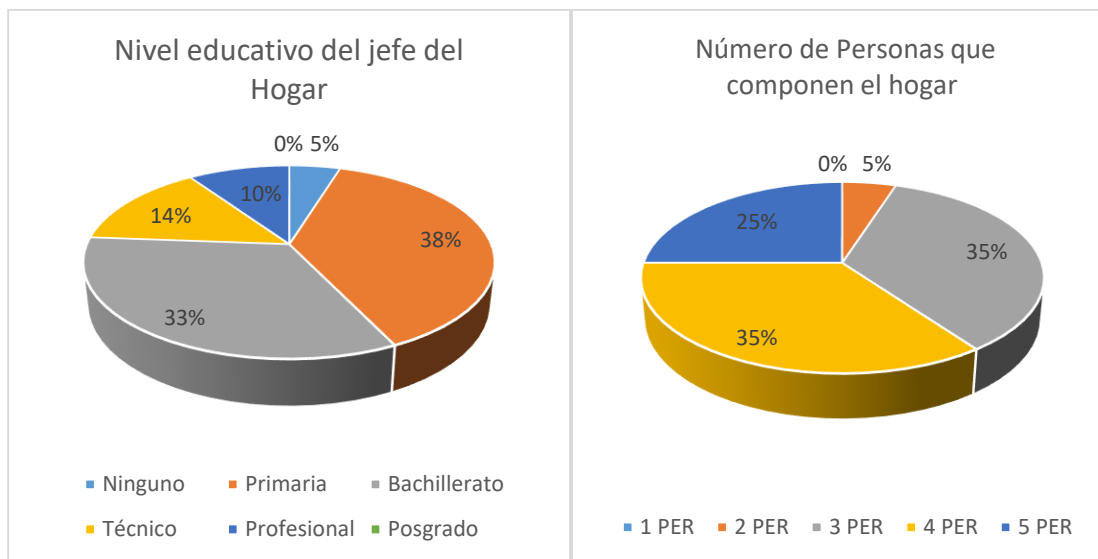
La figura 20 muestra que en la gran mayoría de los hogares rurales del municipio (80%), no se ha recibido ninguna capacitación en el manejo adecuado de residuos, un número menor (20%), asegura tener capacitación al respecto.

En esta línea según lo muestra la figura 21 a casi la totalidad de hogares (95%), le gustaría recibir capacitación sobre el manejo de basuras, sin embargo, un número menor (5%) no lo ve importante.

Derivado de lo anterior, en la figura 22, las respuestas de los encuestados muestran que para más de la mitad de ellos (60%) es muy necesario implementar un programa para el aprovechamiento de residuos, el restante porcentaje (40%), lo ve necesario. Es importante resaltar que en ninguno de los hogares rurales se considera innecesaria la implementación del

programa.

4.5.2 Análisis sector urbano



Figuras 23 y 24. Nivel educativo y sexo de los jefes de hogar en el sector urbano. Fuente: Autor.

Para caracterizar el nivel académico y el género de los jefes de hogar encuestados, se indago inicialmente sobre estos dos aspectos de lo cual se observa que predomina el porcentaje de personas que cuentan con estudios primarios (40%) y en una cantidad aproximada en segundo nivel los que tienen estudios secundarios (35%). Por otro lado se puede apreciar que en tercer nivel se encuentran personas con conocimientos técnicos (15%), finalmente los que registran ser profesionales en un número menor de encuestados; en el nivel de posgrado (5%) un mínimo número se registra este nivel académico.

Con respecto número de personas que compone el hogar, se observa que en la mayoría de ellos conviven entre 3 y 4 personas (35%) respectivamente, en tercer nivel están los hogares que cuentan con 5 personas (25%) y en un porcentaje menor (5%) donde solo 2 personas conforman la familia.

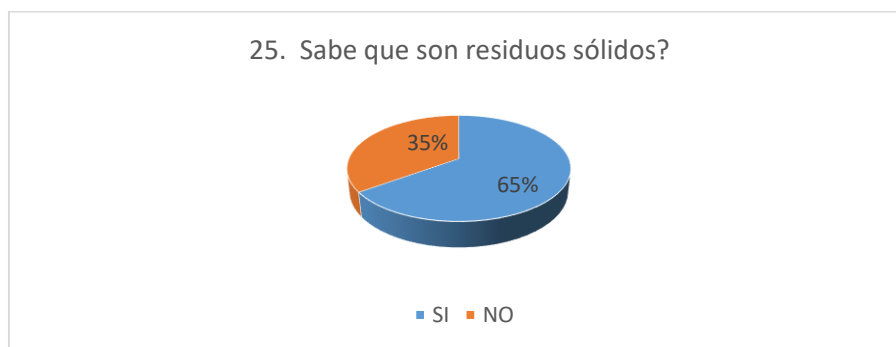
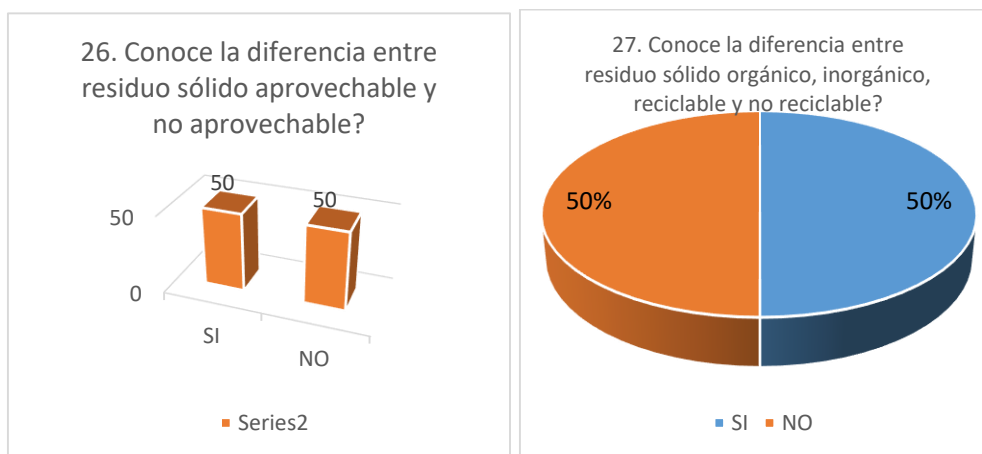


Figura 25. Conocimiento sobre residuos sólidos de los habitantes urbanos. Fuente: Autor.

Los habitantes del sector urbano del municipio de Boyacá en un importante porcentaje (65%), aseguran tener conocimiento de que es un residuo sólido, sin embargo, el restante grupo de personas (35%), dice no conocer este concepto.



Figuras 26 y 27. Conocimiento sobre la diferencia de diferentes residuos de los habitantes urbanos. Fuente: Autor.

En la figura 26, se observa que la mitad de los encuestados (50%) es consciente del nivel de aprovechamiento o desecho que tienen los residuos sólidos, el otro grupo (50%) no conoce la diferencia entre un residuo sólido aprovechable y el no aprovechable.

En la figura 27 se observa que porcentualmente (50%), está dividido el conocimiento sobre el estado de los residuos sólidos orgánicos, inorgánico, reciclable y no reciclable, de manera que en este aspecto la mitad de la población requiere sensibilización para el aprovechamiento de los residuos.

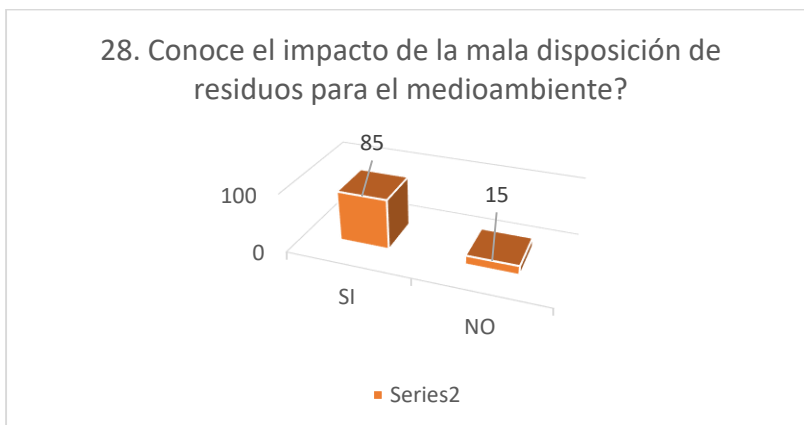
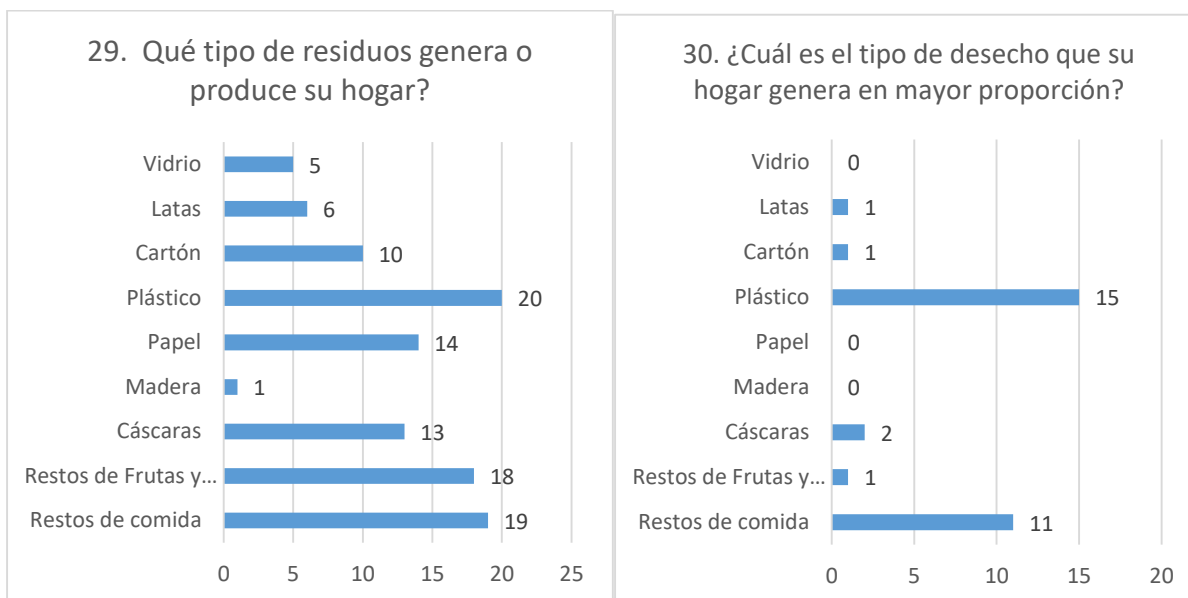


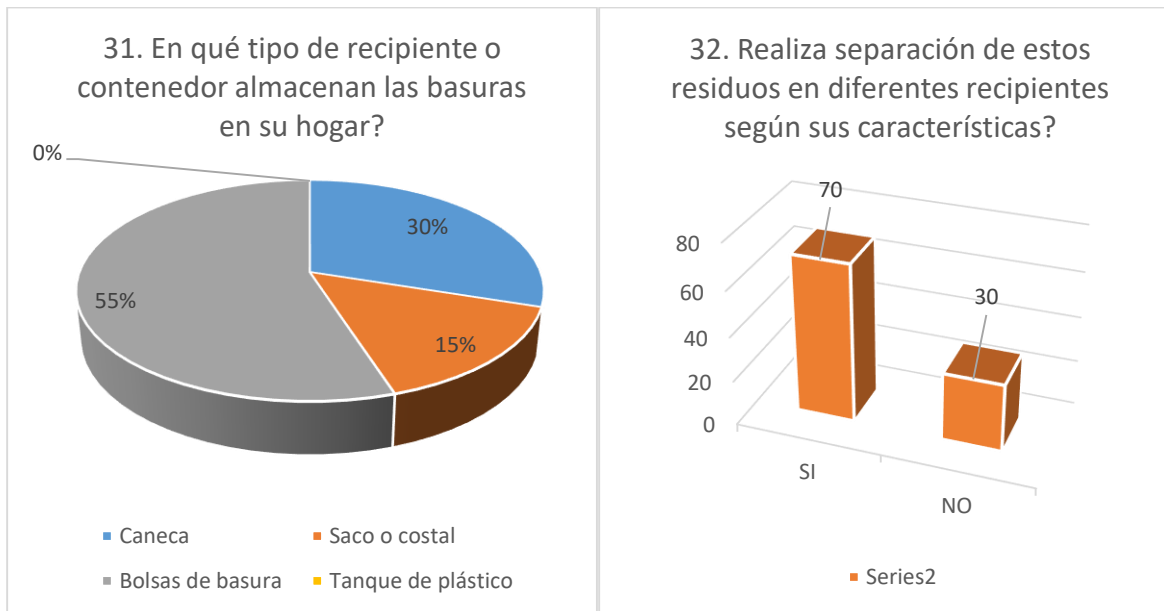
Figura 28. Conocimiento de impacto por mala disposición de los residuos de los habitantes urbanos. Fuente: Autor.

La figura 28, registra que la mayoría de las personas participantes (85%) sabe del impacto negativo que puede causar la mala disposición de los residuos, mientras que un número menor (15%) no es consciente de las afectaciones que tienen el medioambiente si se disponen inadecuadamente.



Figuras 29 y 30. Tipo y proporción de residuos generados en los hogares urbanos. Fuente: Autor.

Las figuras 29 y 30, muestran que en los hogares encuestados el tipo de residuos que en proporción más se genera o produce en las familias son los restos de comida y el plástico, en porcentajes menores y diferentes otros desechos son relacionados por los jefes de hogar como los restos de frutas, cascaras, madera, papel, cartón, latas y vidrio.



Figuras 31 y 32. Tipos de recipiente y clasificación de los residuos en la zona urbana. Fuente: Autor.

La figura 31 muestra que los recipientes donde más almacenan las familias los residuos es en canecas (30%), bolsas de basura (55%), y en menor cantidad tanque de plástico (15%).

La figura 32, registra que en un porcentaje mayor los habitantes separan los residuos de acuerdo a su naturaleza; sin embargo, el resto de familias, de acuerdo a los jefes de hogar no realiza esta actividad.

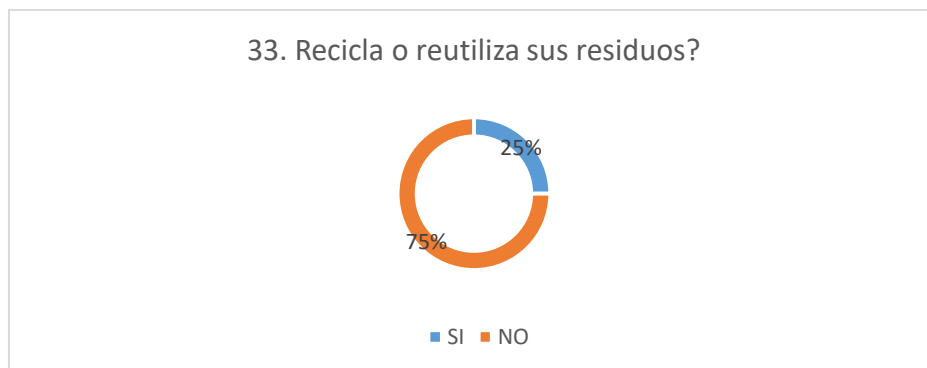


Figura 33. Reciclaje y reutilización de los residuos en la zona urbana. Fuente: Autor.

La figura 33, muestra que gran parte de los hogares (75%) no reciclan, ni reutilizan los residuos que producen, tan solo un porcentaje menor de ellos (25%) si realiza esta actividad.

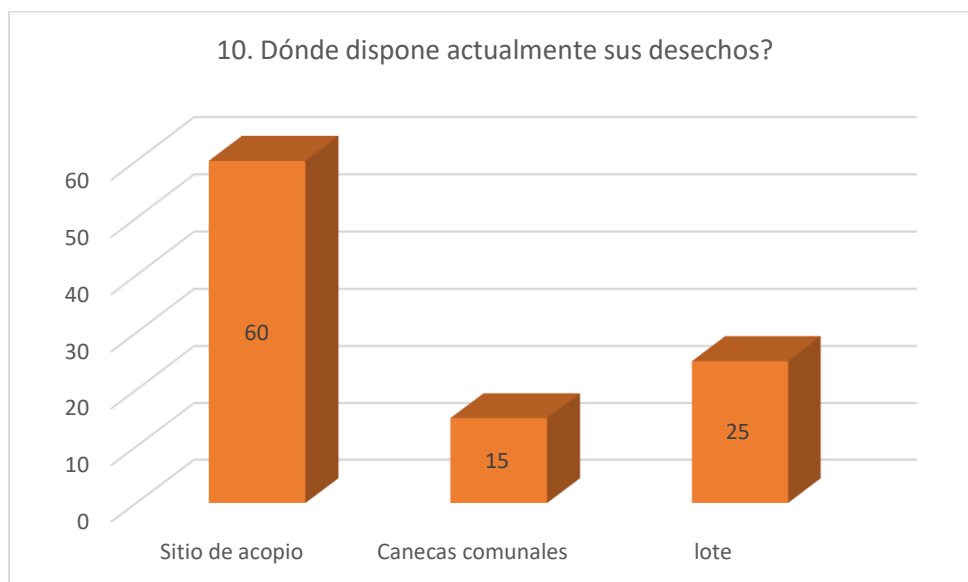
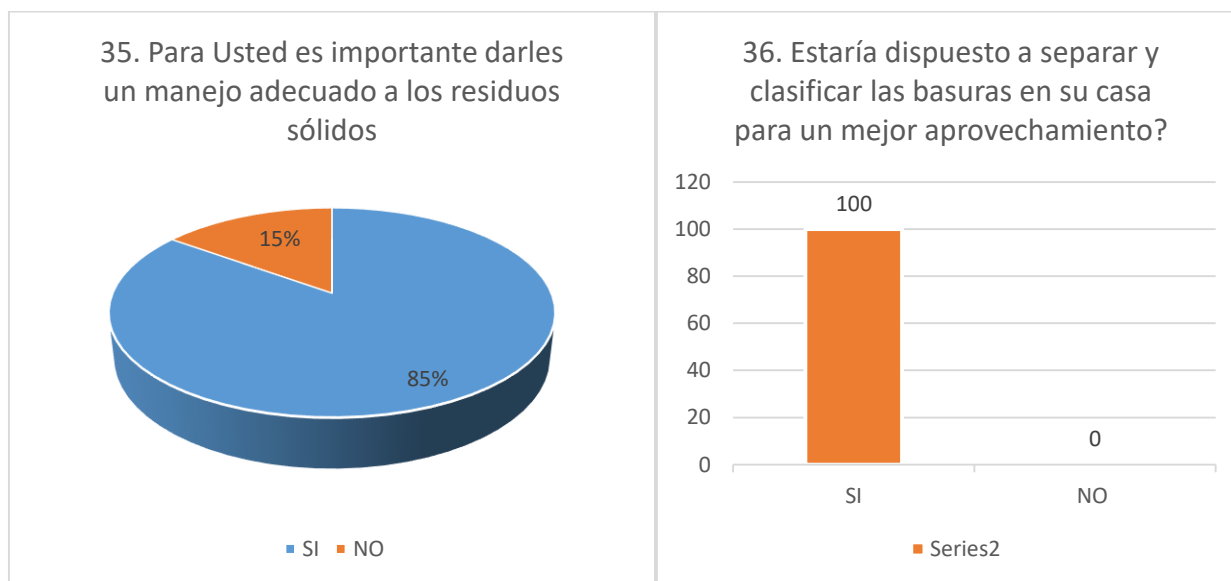


Figura 34. Disposición actual de los desechos en la zona urbana. Fuente: Autor.

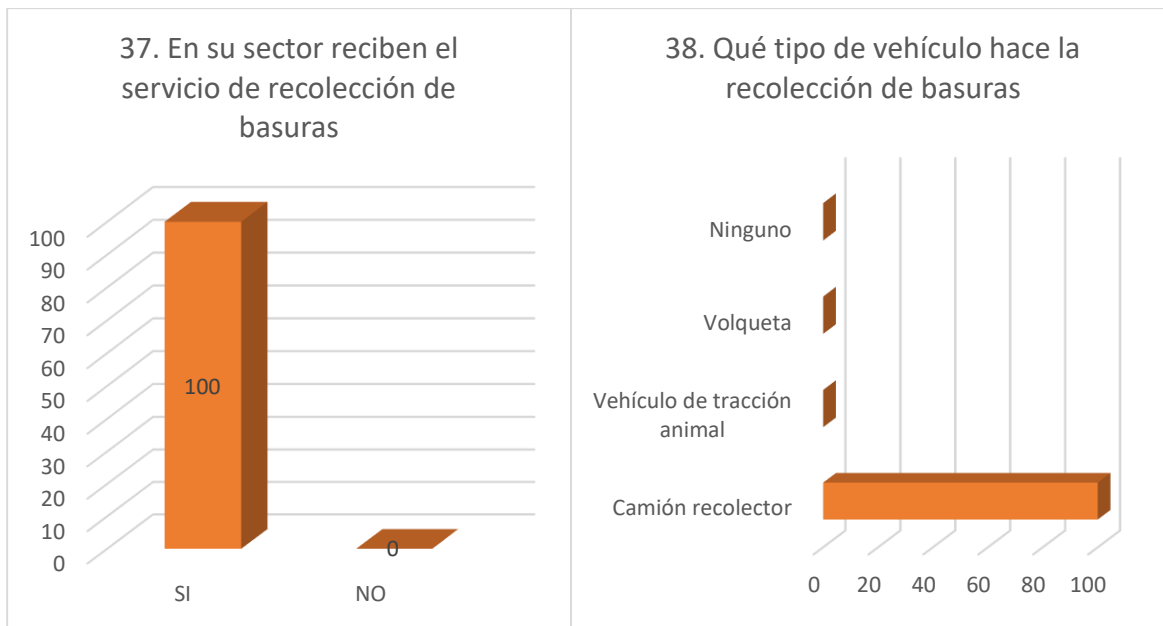
Sobre la disposición de residuos la figura 34, registra, según las personas cabeza de familia urbana (60%), estos son depositados en un sitio de acopio y en un porcentaje menor (25%) en lote y un grupo reducido (15%) los ubica en canecas comunales.



Figuras 35 y 36. Importancia y disposición para el manejo y clasificación de los residuos en la zona urbana. Fuente: Autor.

La figura 35 muestra que gran parte de los hogares urbanos del municipio de Boyacá (85%), consideran importante manejar adecuadamente los desechos sólidos, aunque un grupo menor (15%), no considera prioritario darles buena destinación a los residuos.

En la figura 36, se observa que sin embargo la gran mayoría de los habitantes urbanos (90%), están dispuestos a asumir una cultura de clasificación de residuos, pero los demás encuestados (10%), no tienen disposición para esta actividad.



Figuras 37 y 38. Servicio de recolección y tipo de vehículo que recoge las basuras en la zona urbana. Fuente: Autor.

Las figuras 37 y 38, registran que el total de jefes de hogar (100), contestan que en su sector existe el servicio de recolección de residuos por medio de un camión recolector.

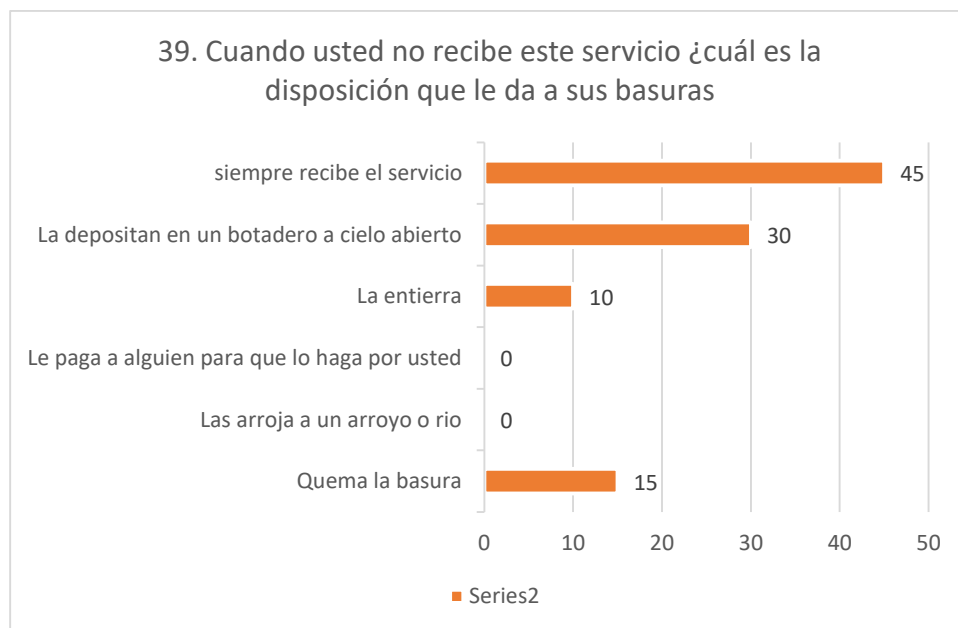
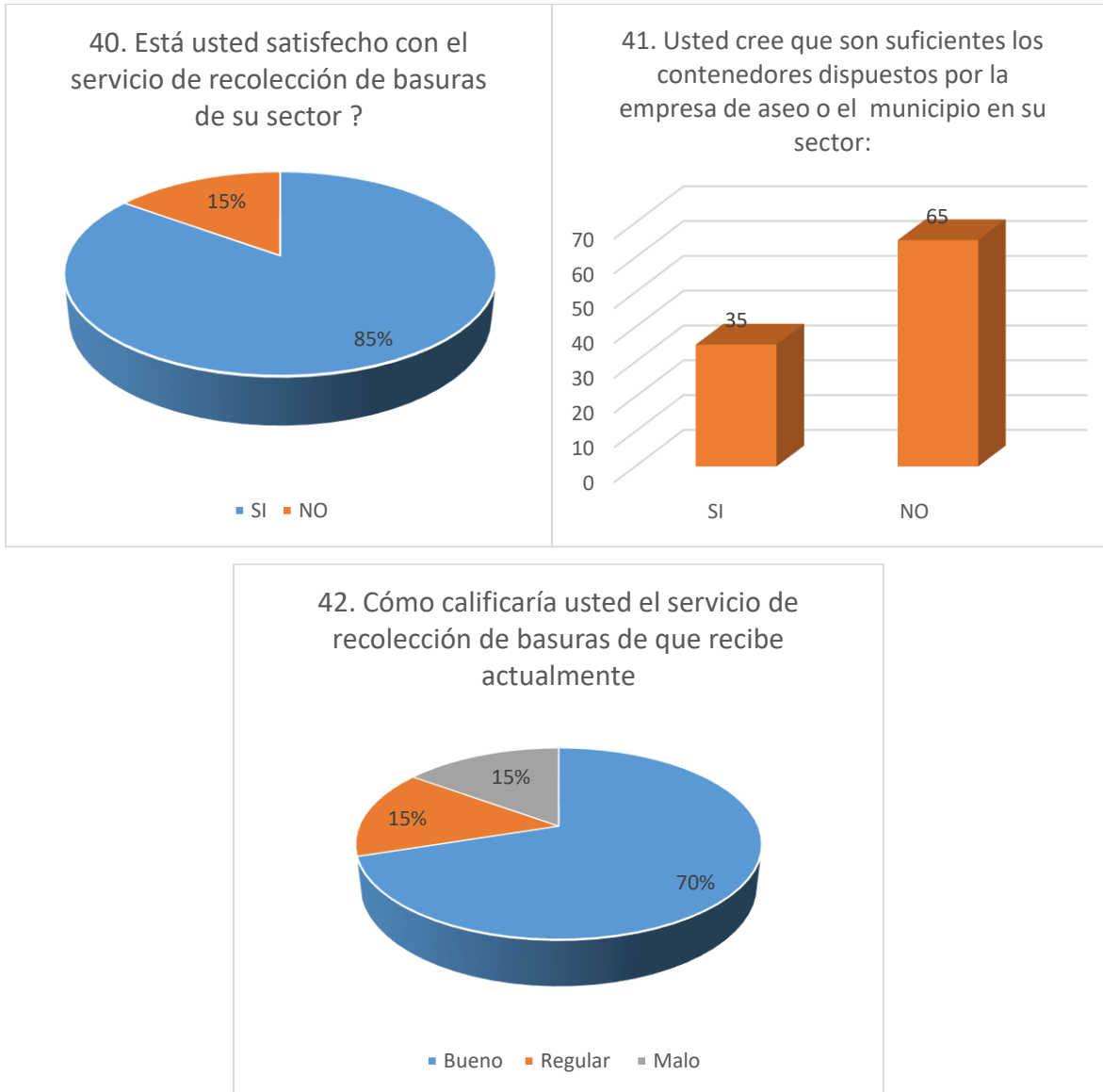


Figura 39. Disposición de las basuras al no recibir el servicio de recolección en la zona urbana. Fuente: Autor.

En la figura 39 se observa que al no recibir el servicio de recolección los habitantes urbanos del municipio, queman la basura (15%), otro grupo (30%), la depositan en un botadero a cielo abierto, la entierra (10%). De cualquier forma, ningún habitante dice arrojar los desechos a algún cuerpo de agua



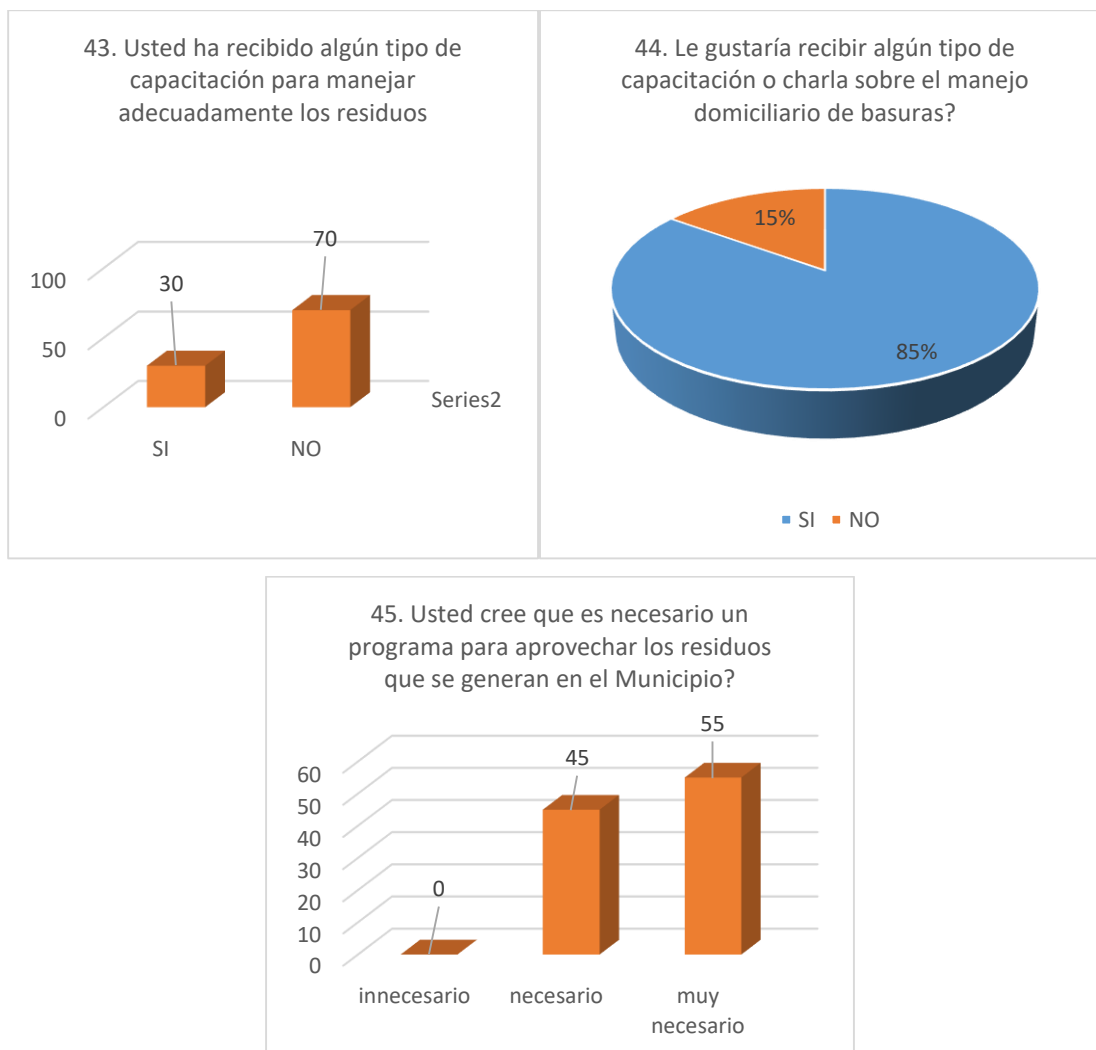
Figuras 40,41 y 42. Nivel de satisfacción, sistema y calificación del servicio de recolección de basura en la zona urbana. Fuente: Autor.

La figura 40, registra nivel de satisfacción (85%) con el servicio de recolección de basura, frente a un grupo reducido (15%), que se encuentra insatisfecho.

La figura 41 muestra que los habitantes urbanos, en su mayoría (65%), no ve suficientes

los contenedores para la recolección de residuos, mientras el grupo restante (35%), considera que son suficientes.

En la figura 43, el concepto sobre la calidad del servicio de recolección, es bueno (70%), pero en otros dos niveles se considera el servicio regular y malo (15% respectivamente).



Figuras 43,44 y 45. Capacitación y programas en manejo de residuos en la zona urbana. Fuente: Autor.

La figura 43, muestra que en la gran mayoría de los hogares urbanos del municipio (70%), no se ha recibido ninguna capacitación en el manejo adecuado de residuos, un número menor (30%), asegura tener capacitación al respecto.

En esta línea según lo muestra la figura 44, a casi la totalidad de hogares (85%), le gustaría recibir capacitación sobre el manejo de basuras, sin embargo, un número menor (15%) no lo ve importante.

Derivado de lo anterior, en la figura 45, las respuestas de los encuestados muestran que para más de la mitad de ellos (55%) es muy necesario implementar un programa para el aprovechamiento de residuos, el restante porcentaje (45%), lo ve necesario. Es importante resaltar que en ninguno de los hogares rurales se considera innecesaria la implementación del programa.

4.6 Resultados de la encuesta dirigida a habitantes rurales del municipio de Boyacá para conocer el concepto de potenciales compradores sobre el uso de postes elaborados a partir del plástico recuperado

Los postes en general, son un elemento que históricamente en el ámbito agropecuario son utilizados como soportes de cercas de alambre u otros materiales limitar el ingreso o establecer límites entre predios.

El siguiente análisis busca determinar el potencial uso y aceptación de postes elaborados a partir de residuos plásticos, para lo cual mediante el ejercicio de encuesta se realizaron doce preguntas relacionadas a 100 posibles compradores del municipio de Boyacá, quienes aportaron la totalidad de las respuestas.

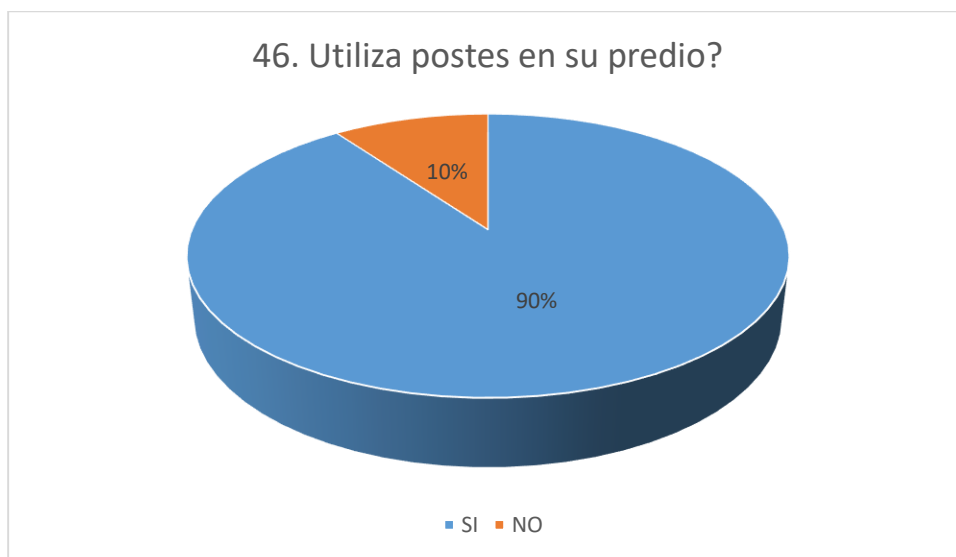


Figura 46. Uso de postes en el predio. Fuente: Autor.

La respuesta en la figura 46, muestra que, en sector rural del municipio de Boyacá, se utilizan postes en gran parte de los predios (90%), lo cual demuestra que es un elemento necesario en la organización del entorno. Una minoría de encuestados (10%), reconoce no utilizar los postes.

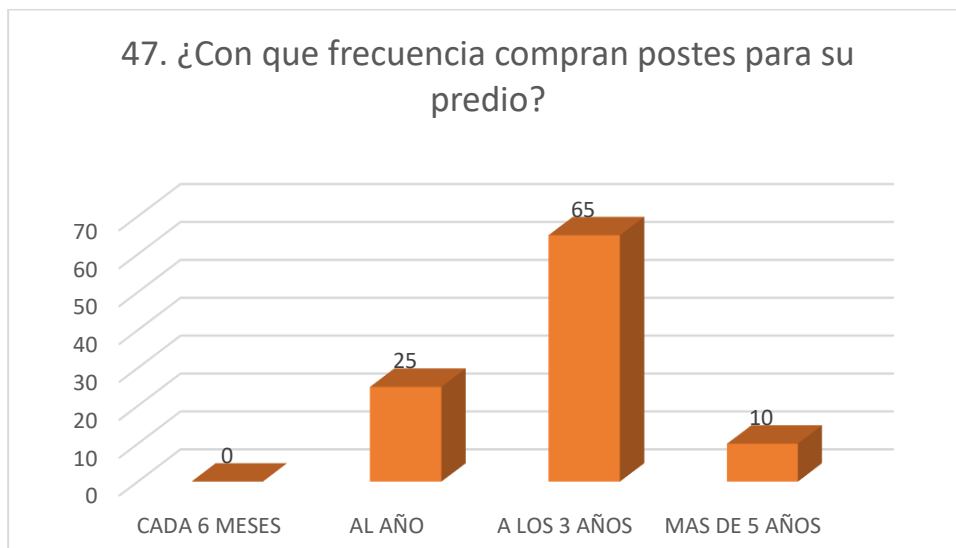


Figura 47. Frecuencia de compra de postes para el predio. Fuente: Autor.

Respecto a la frecuencia de compra de postes para los predios, el periodo más señalado son 3 años (65%), en segundo lugar, cada año (25%) y finalmente hay algunos usuarios (10%), que aseguran no comprar postes en menos de 5 años.

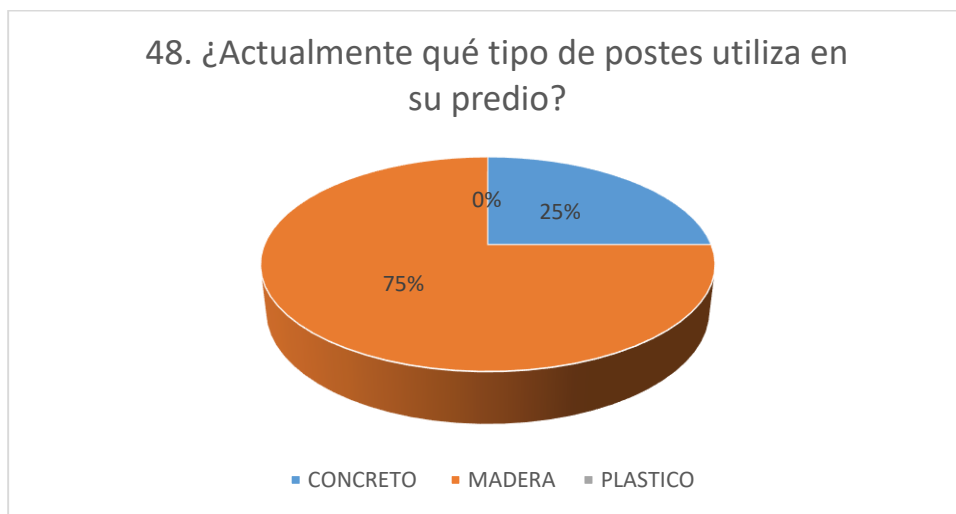


Figura 48. Tipo de postes que se utilizan en el predio. Fuente: Autor.

En cuanto al material del que están elaborados los postes, los habitantes de Boyacá, informan que los de madera son los de mayor uso (75%), y en un porcentaje menor, (25%), utiliza los de concreto. Se resalta que ningún habitante rural, reconoce adquirir aun postes de plástico.

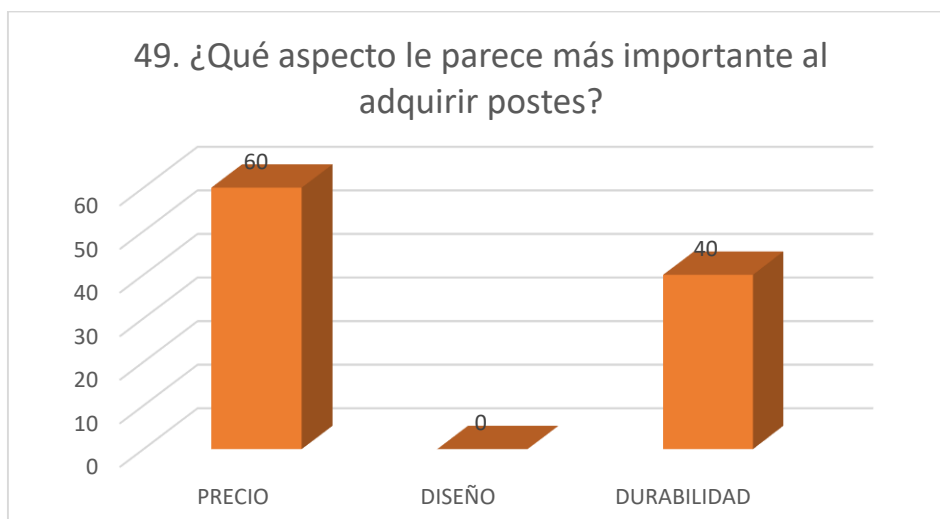


Figura 49. Aspecto que le parece más importante al adquirir postes. Fuente: Autor.

Referente al aspecto que más tienen en cuenta los habitantes de Boyacá para adquirir postes, el precio es el de mayor atención (60%), seguido por la durabilidad de estos (40%), se observa que no se registran otros detalles que se tengan en cuenta para la compra de postes.

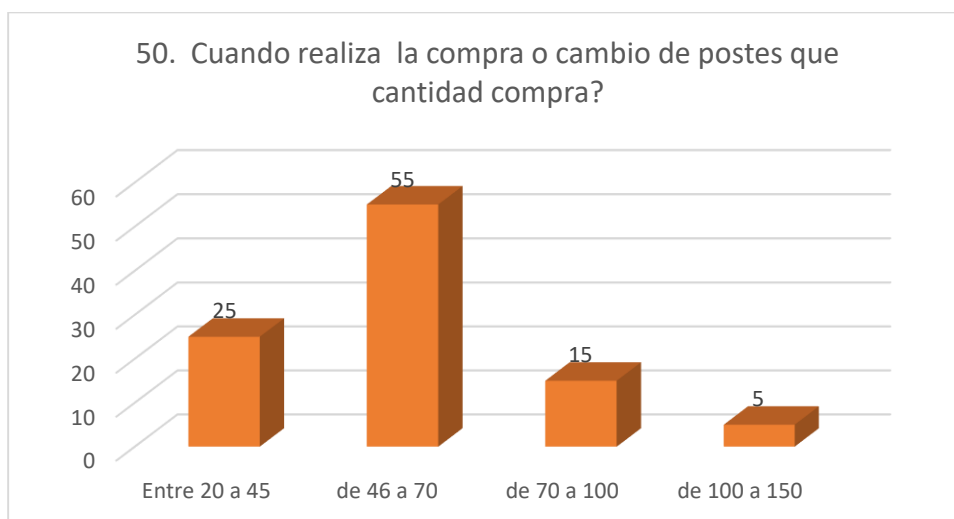


Figura 50. Que cantidades se compra al realizar cambio de postes. Fuente: Autor.

Sobre la cantidad de postes adquirida en el momento de la compra, más de la mitad de usuarios (55%), obtiene entre 46 y 70 postes, en segundo término (25%), de 20 a 45 postes y en número menor (5%), de 100 a 150 postes.

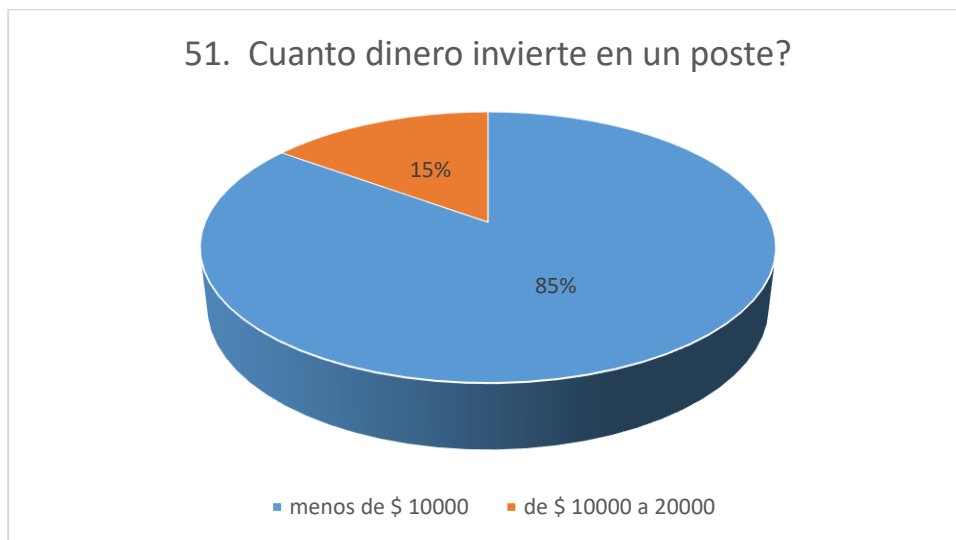


Figura 51. Cuánto dinero se invierte en un poste. Fuente: Autor.

Respecto a la inversión capital para compra de postes, la mayor parte de habitantes rurales (85%), presupuesta un costo de menos de \$ 10.000 por unidad, mientras que un segundo grupo (15%), invierte entre \$ 10.000 \$ 20.000.

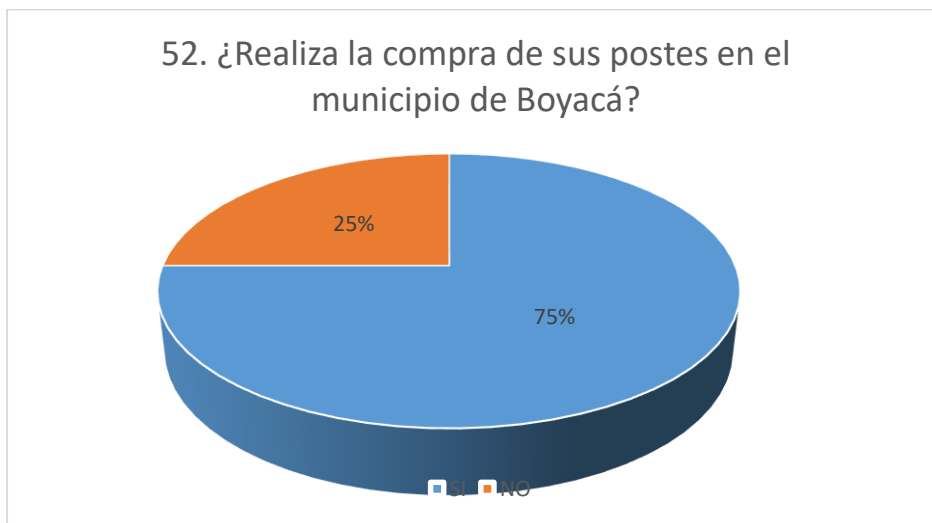


Figura 52. Realiza compra de postes en el municipio de Boyacá. Fuente: Autor.

Con relación al sitio donde se realiza la compra de postes, gran parte de los habitantes de Boyacá (75%), reconoce comprarlos en el mismo municipio, mientras que otro grupo (25%), registra que los obtienen en otro lugar.

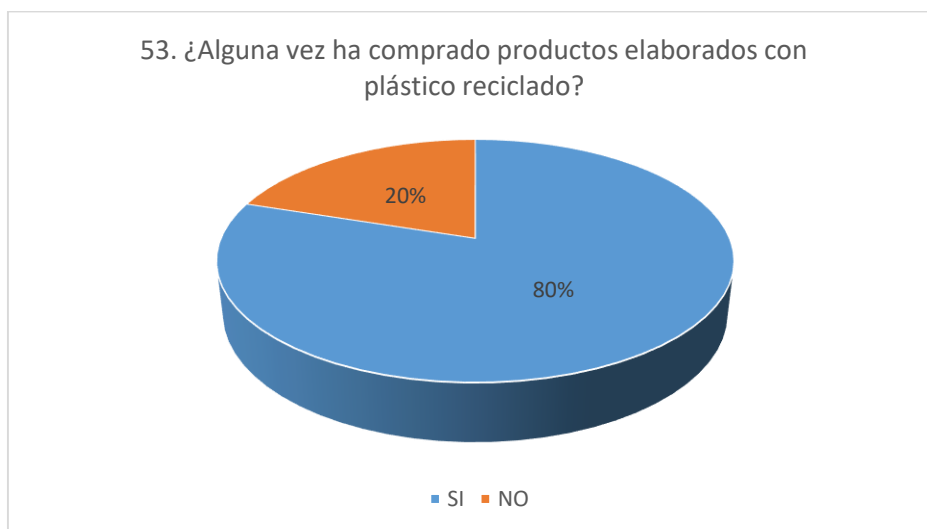


Figura.53 Alguna vez ha comprado productos elaborados en plástico reciclado?. Fuente: Autor.

Respecto a la compra de elementos elaborados a partir del plástico reciclado, un número importante de usuarios (80%), informa que si los ha adquiridos, pero un grupo menor (20%), dice no haber comprado productos fabricados con este material.

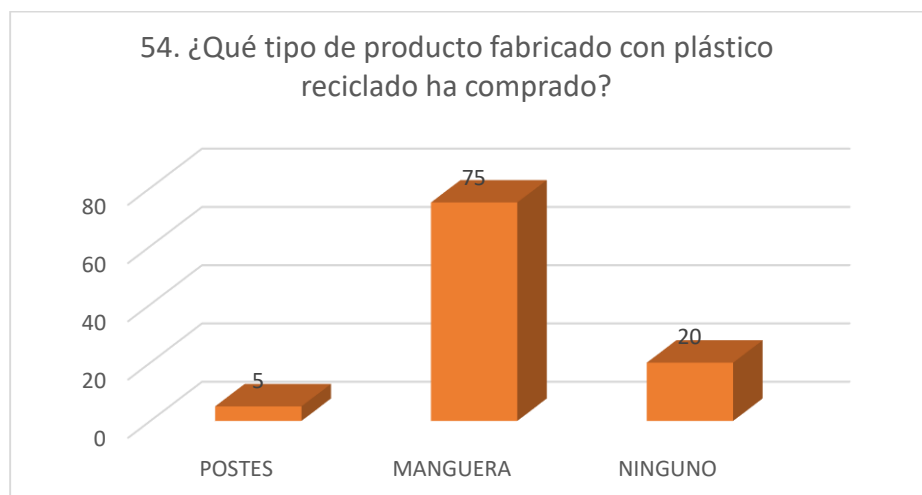


Figura 54. Tipo de producto fabricado con plástico ha comprado. Fuente: Autor.

Sobre la compra de productos de plástico reciclado, más de la mitad de habitantes (75%), compra manguera de este material, un segundo grupo (20%), asegura no comprar ningún material de esa materia prima, sin embargo, un porcentaje menor de ellos (5%), dice comprar postes de plástico.

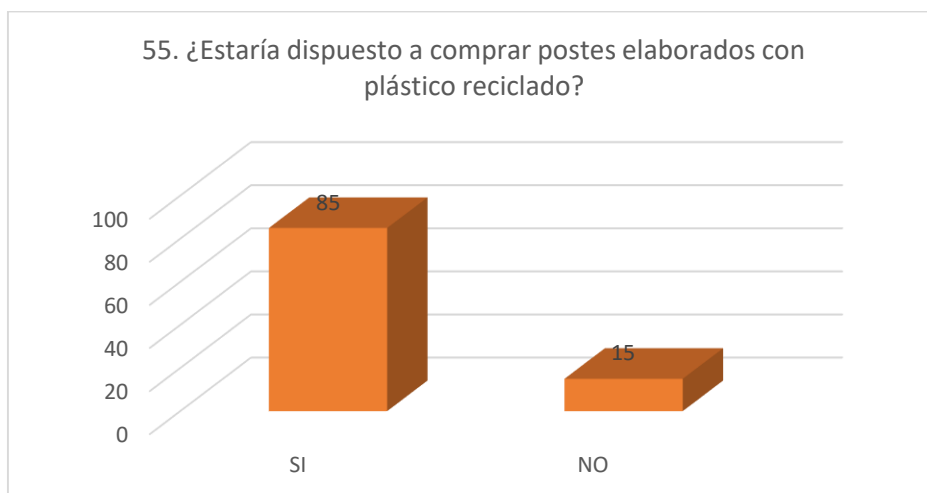


Figura 55. Estaría dispuesto a comprar postes elaborados con plástico elaborado. Fuente: Autor.

En cuanto a la opción de comprar postes de plástico, gran parte de los habitantes rurales (85%), asegura estar dispuestos a adquirirlos, sin embargo un segundo grupo (15%), no considera la compra de postes elaborados a partir del plástico reciclado.

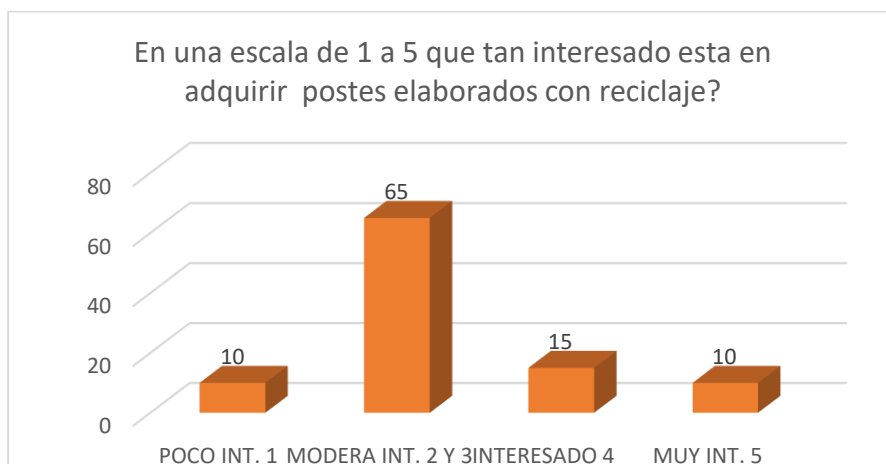


Figura 56. En una escala de 1 a 5, que tan interesado está en adquirir Postes elaborados con Reciclaje. Fuente: Autor.

Al preguntar sobre el deseo por adquirir postes elaborados con reciclaje, los habitantes manifiestan de forma moderada (65%), estar interesado en adquirirlos, un segundo grupo (15%), se muestra interesado, y el porcentaje restante se reparte equitativamente entre potenciales compradores muy interesados (10%) y poco interesados (10%), en comprar postes de plástico reciclado.

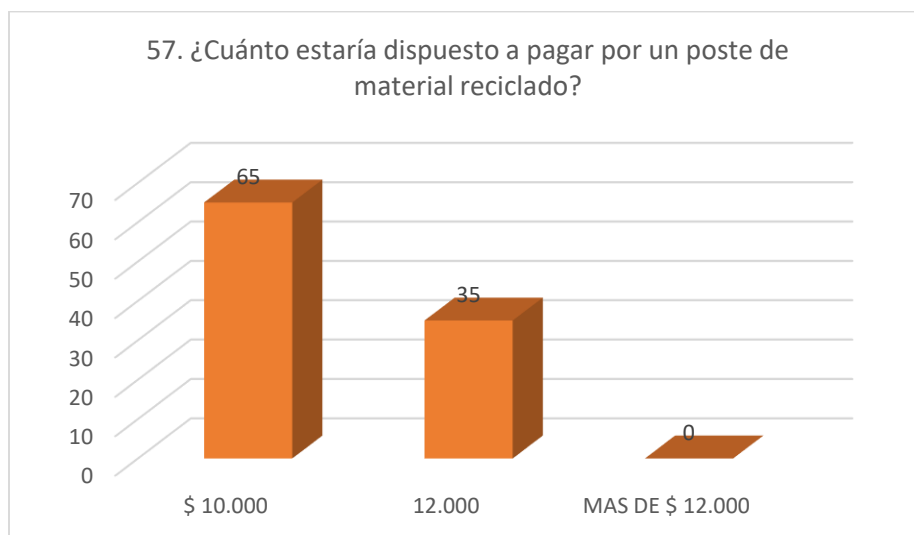


Figura 57. Cuánto estaría dispuesto a pagar por un poste de material reciclado. Fuente: Autor.

Referente a la inversión capital que estarían dispuestos a asumir por unidad poste plástico, los habitantes rurales en gran parte (60%), pagaría \$10.000, un segundo grupo (30%), invertiría \$ 12.000, pero ningún potencial comprador pagaría más de % 12.000 por poste.

4.7 Generación de residuos sólidos en los sectores urbano y rural del municipio de Boyacá

RELACION DE TONELADAS NO APROVECHABLE BOTADERO PIRGUA 2019 DATOS SERVIMARQUEZ TON / MES													TON/AÑO
MUNICIPIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
BOYACA	7,50	7,10	7,40	7,10	7,20	6,40	7,40	6,70	7,40	7,80	8,10	8,30	88,40
RECOLECCION DE RESIDUOS ORGANICOS 2019 TON / MES													TON/AÑO
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
BOYACA	6,73	6,57	7,03	6,77	6,86	7,12	6,83	6,91	7,21	7,00	7,51	8,02	84,56
RELACION DE TONELADAS DE RECICLABLE APROVECHABLES 2019 TON / MES													TON/AÑO
MUNICIPIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	TOTAL
BOYACA	4,69	4,19	5,49	4,82	5,66	5,24	5,23	5,40	5,20	5,19	5,18	5,98	62,27
TOTAL TON /												235,23	

Figura 58. Relación estadística toneladas por mes. Fuente: Autor

En el sector urbano el total de toneladas de residuos recogidos fue proporcionado por la empresa de servicios públicos del municipio SERVIMARQUEZ, y se proyectaron los meses de

octubre, noviembre y diciembre. En el área rural se establecieron los datos según proyección por habitantes, ya que no se cuenta con la empresa recolectora de residuos domiciliarios. Se estableció el total por mes, de la sumatoria de lo urbano más lo rural para después sacar el total del año 2019.

4.8 Identificación de métodos de fabricación de productos con base en residuos de plástico para el proceso de producción de postes en el municipio de Boyacá

Después del diagnóstico del sector en lo referente a la situación, manejo, ubicación y/o destino de los desechos aportados por la comunidad urbana y rural del municipio de Boyacá, mediante la observación directa y la encuesta se estableció la realidad de éste sector en cuanto al manejo de los residuos sólidos que incluye la separación en la fuente, la recolección, el manejo, el aprovechamiento, tratamiento y disposición final, para luego incorporar la materia prima requerida en este proyecto, que específicamente la constituye el plástico residual recopilado de los sitios de depósito.

Es así, que, continuando con el desarrollo metodológico de la investigación, en el presente aparte se consignan diferentes pruebas realizadas en otras investigaciones y que pueden ser tomadas como modelos potenciales, para finalmente definir cuál método de fabricación de productos con base en residuos de plástico es el más idóneo para realizar la producción de postes en la región del municipio de Boyacá.

En ese sentido, se parte del hecho que los plásticos tienen una composición que permite moldearse mediante métodos de presión y calor, para elaborar elementos de gran resistencia y durabilidad mediante fundido, cilindrado, prensado, estirado, moldeado, etc.

De esta forma, según el protocolo de la Escuela Colombiana de Ingeniería (2007), según Garavito (2007):

Los plásticos se caracterizan por una relación resistencia/densidad alta, unas propiedades excelentes para el aislamiento térmico y eléctrico y una buena resistencia a los ácidos, álcalis y disolventes, tienen baja conductividad eléctrica y térmica, y no son adecuados para utilizarse a temperaturas elevadas. (p. 8)

Con base en la anterior descripción, y teniendo en cuenta los objetivos de este trabajo, a continuación, se analizan varias alternativas para desarrollar el proceso de elaboración de postes de plástico reciclado y seguidamente se proyecta el proceso de fabricación de los postes a partir

del alistamiento de la materia prima requerida.

Inicialmente, con base en el estudio de Gutiérrez (2014), se estudió y caracteriza una ferrita Ni-Zn comercial utilizando dos procesos de fabricación no convencionales en estos materiales: **moldeo por inyección de polvos (PIM) y sinterización solar**. Como muestra de referencia se toma la misma ferrita obtenida mediante compactación uniaxial y sinterización convencional.

En el caso de las muestras obtenidas mediante PIM se emplean tres cargas en polvo diferentes (52, 55 y 58 % en volumen) a partir de un sistema ligante multicomponente. Estas mezclas se caracterizan reológicamente antes de su inyección. Una vez obtenidas, las muestras se sinterizan y caracterizan micro estructural, mecánica y magnéticamente.

Por otra parte, se sinterizan en un horno solar de la Plataforma Solar de Almería muestras compactadas uni-axialmente. Se realiza un estudio de la sinterabilidad de las ferritas variando la velocidad de calentamiento/enfriamiento (desde 15 °C/min hasta 60 °C/min), el tiempo de sinterización (desde 15 min hasta 1 h) y la temperatura (desde 1150 °C hasta 1300 °C)

Thiriez & Timothy (2006), aporta información importante para esta investigación, en su análisis ambiental del **moldeo por inyección** destaca algunos puntos importantes. La elección del tipo de máquina de moldeo por inyección (hidráulica, híbrida o totalmente eléctrica) tiene un impacto sustancial sobre el consumo específico de energía (SEC). Los valores de SEC para las máquinas hidráulicas, híbridas y eléctricas analizadas fueron de 19.0, 13.2 y 12.6 MJ/kg, respectivamente (incluyendo compuestos auxiliares y la ineficiencia de la red de suministro eléctrico). Para las máquinas hidráulicas e híbridas, el SEC parece exhibir un comportamiento decreciente con el aumento del rendimiento. Para todas las máquinas totalmente eléctricas, el SEC es constante con el rendimiento. Cuando se incluye la etapa de producción de polímero en este análisis, los valores de consumo de energía aumentan por encima de 100 MJ/kg. El moldeo por inyección comienza con los pellets (gránulos) de resina que se vierten en la tolva, el punto de entrada para el material. Luego, los pellets se calientan y se funden dentro del cilindro en preparación para la inyección. Después, el material es forzado a través de la boquilla de la unidad de inyección, antes de entregarse a través de un canal en el molde llamado bebedero, y luego a través de corredores ramificados en la cavidad del molde. Una vez que el material se enfría y se endurece, el molde se abre y la pieza moldeada se expulsa del mismo. Para terminar la pieza

moldeada, el bebedero y el corredor se recortan de la pieza.

Es importante que el material fundido se distribuya de manera uniforme en todo el molde, ya que muchas veces hay más de una cavidad dentro del molde, que permite la producción de más de una pieza a la vez. Por lo tanto, la forma del molde debe diseñarse de manera que garantice esto, por ejemplo, teniendo corredores de las mismas dimensiones.

El moldeo por compresión, donde el material debe estar en forma líquida o en forma de polvo, granza o de pastillas preformadas, se coloca en el molde caliente, y este cierra lentamente hasta que las dos mitades del molde ejercen presión sobre el material. Conforme el molde va cerrándose, el material es obligado a ocupar todas las partes de la cavidad del moldeo. En ciertos casos es ventajoso realizar el moldeo cerrando primeramente el molde casi por completo y abriéndolo después unos segundos antes de aplicar la presión definitiva. De ésta forma se deja “respirar” el material para permitir la evacuación del gas que queda atrapado entre el polvo de moldeo o que es generado en la reacción de polimerización. Una vez que esté cerrado el molde se aplica máxima presión, que provoca el llenado final por completo de la cavidad o el molde. La temperatura del molde y presión aplicada son los factores más importantes del proceso, además de estas variables, otros factores que influyen en la calidad de las piezas moldeadas por compresión son: el diseño de la pieza, que debe moldearse, la velocidad del cierre de la prensa, la plasticidad del material, y las condiciones en que se encuentra la superficie de la cavidad de moldeo, tener en cuenta la calidad del material. El moldeo por compresión tiene algunas limitaciones, y no es muy aconsejable con artículos de forma complicada, ni tampoco es aconsejable para moldear artículos de paredes gruesas de más de 2 centímetros, los moldes suelen tener áreas muy gruesas, por lo que las prensas utilizadas deben desarrollar elevadas fuerzas de cierre. Las características de las prensas empleadas en moldeo por compresión son las mismas que se describen en el proceso de inyección. (Chapman y Hall1991)

Proceso de extrusión: teniendo como base el ensayo de Anderson, Agajanian, & Rockwell. (2000), donde el plástico sólido (también llamado resina), usualmente en forma de perlas o pellets, se alimenta continuamente a una cámara de calentamiento, y conducido dentro de un tornillo de alimentación. El tornillo de alimentación se maneja por medio de un motor; el control preciso de velocidad y el control de torque son críticos para la calidad del producto.

Cuando se transporta, se comprime, se funde, y se fuerza a salir fuera de la cámara en

estado estacionario a través de un dado. El enfriamiento inmediato del fundido resulta en la resolidificación de ese plástico en una pieza continua, cuya sección transversal coincide con el patrón del dado. Este dado ha sido maquinado y diseñado para asegurar que el fundido fluya en una forma precisa y deseada.

Finalmente, se analiza el método de Toro & Porras (2018), quienes implementan la fabricación de postes y mangueras a partir de la transformación del plástico PEAD, PEBD y PP para transformarlos en productos finales aprovechando que son plásticos que llevan afinidad en el proceso de extrusión y al hacer las mezclas en proporciones adecuadas generan productos resistentes y de muy buena calidad. Para la transformación utilizan el método de trituración y extrusión, la elaboración de dicho producto es de 10 postes por hora, con un continuo desempeño por día trabajado se elaboran un mínimo de 380 postes a la semana, descontando una hora de producción por cada día, los postes principalmente son cuadrados de 8*8 centímetros de ancho y 210 centímetros de largo con un peso de 10 kg. Según requerimientos se fabrican postes de diferentes medidas contando con 20 moldes distintos, los cuales se elaboran por medio de la extrusión de plástico reciclado y diseñados principalmente para cerramiento de fincas, lotes o parcelas.

De acuerdo a los procesos y pruebas analizados se proyecta como método de prueba para la elaboración de postes de plástico reciclado en el municipio de Boyacá la extrusión directa, ya que como lo describe Castillo (2010), consiste en forzar elementos plásticos (la plasticidad, generalmente se obtiene por medio de un precalentamiento) a través de matrices con perfiles predeterminados en secciones constantes de bastante longitud. Según el autor, la prensa de extrusión se construye en dos modelos: uno de ellos de doble acción para la extrusión de perfiles en general, teniendo la ventaja de perforar los lingotes cuando se fabrican tubos; el otro es de acción sencilla para la extrusión de perfiles en general.

Además, también se considera el proceso de inyección que consiste en calentar un polímero hasta alcanzar un estado altamente plástico. Luego se obliga a fluir bajo alta presión dentro de un molde que le da forma y en el que se deja enfriar, tras lo cual la pieza es expulsada del molde. Como es requerido en la fabricación de postes de plástico reciclado, el proceso se realiza en serie, para poder amortizar el coste del molde de inyección, que es la herramienta de este proceso de conformación. Según el aporte de Hernández, y otros (2015), la duración típica

del ciclo de producción está entre 10 y 30 segundos, para piezas de dimensiones y pesos similares a la del producto desarrollado. Este ciclo se repite continuamente por lo que se pueden alcanzar altas tasas de producción y bajos coste de fabricación.

4.9 Proceso proyectado de elaboración de postes de plástico reciclado en el municipio de Boyacá

Una vez analizado los procesos de fabricación de postes a base de plástico reciclado se determinaron varios factores para concluir que el más óptimo es el proceso de Extrusión entre los cuales tenemos:

Las ventajas de la extrusión son que el costo de la maquinaria es moderado en comparación con otros procesos como inyección, soplado o compresión. Así mismo, ofrece una buena flexibilidad para cambios de productos sin necesidad de hacer inversiones mayores y una alta productividad y una producción estable. <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/187570-La-importancia-de-la-etapa-de-extrusion.html>

De antemano es significativo resaltar que de acuerdo a Baño, E. (2017), la extrusión tiene las siguientes ventajas:

El costo de la maquinaria es moderado en comparación con otros procesos como inyección, soplado o compresión y ofrece una buena flexibilidad para cambios de productos sin necesidad de hacer inversiones mayores y una alta productividad y una producción estable. Así se consigue una gran versatilidad de productos con una sola máquina, además se consigue por partes los dosificadores, detectores, secadores, silos, cargadores, bombas entre otros componentes.

En sistema de extrusión con mayor grado de automatización, cuenta con sistemas de transporte de material desde contenedores hasta la tolva por medios neumáticos o mecánicos.

Fácil operación, por ser una máquina simple de instrumentos técnicos.

Menor consumo de energía y mayor producción si el proceso es en serie.

Costo – Producción – Beneficio.

4.9.1 Proceso de producción de postes a base de material reciclado por el método de extrusión

Proceso de producción de Postes

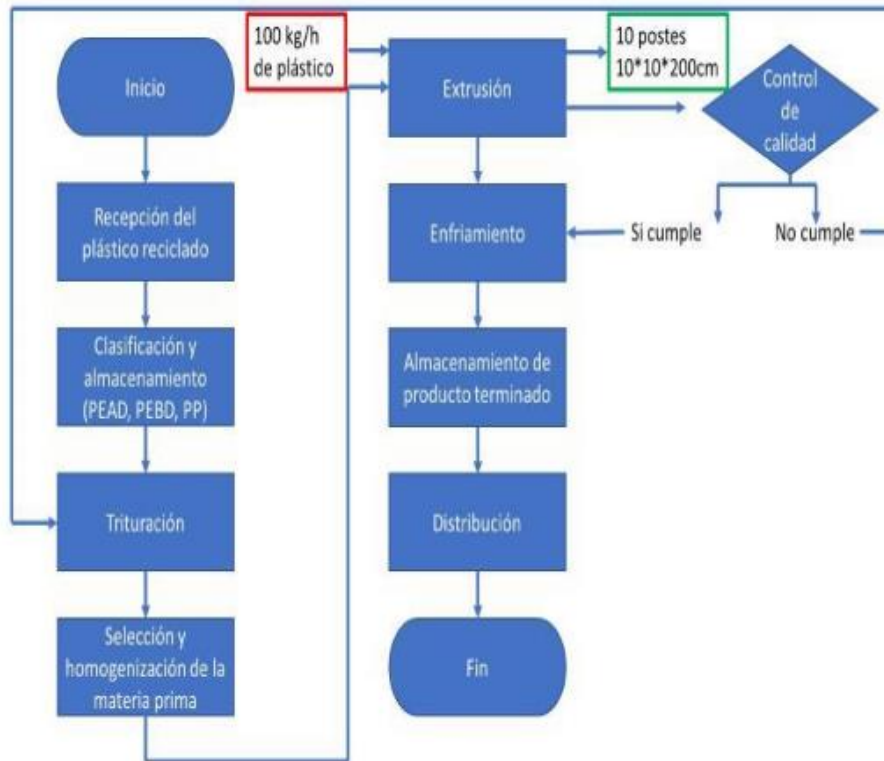


Figura 59. Flujograma producción de Postes. Fuente. Toro & Porras, 2018, p. 72

Recepción del plástico reciclado: Se establece el acopio una vez se fijan las estrategias de recolección en el municipio de Boyacá.

Clasificación y almacenamiento: En el momento que el material se encuentre en la bodega se procede a clasificarlo de acuerdo con el tipo de resinas, polietileno de alta, baja densidad y polipropileno. (Toro & Hernández, 2018, p.73)

Trituración: uno de los procesos más importantes en el cual consiste en convertir los plásticos en gránulos de diferentes tamaños según los requisitos de producción. El plástico es un material que tiene grandes propiedades, para la trituración del plástico recuperado se necesita de una máquina que básicamente se compone de una boca de entrada grande, que permite el acceso a las piezas de plástico, un rotor que tiene varias cuchillas, que, gracias a la potencia y velocidad de giro, cortan y trituran las piezas de plástico; después, pasa por un tamiz o por una rejilla que

únicamente permite el paso a los trozos del tamaño deseado. Por último, pasa por una cinta hasta un depósito donde se almacena el producto. Existen muchos tipos de trituradores, con diferentes tamaños, potencias y velocidades. Una vez se tienen todos los pellets o trozos de plástico separados de acuerdo a la clase de plástico. (Recytrans S.L., 2015)

Extrusión: Ramón Angarita (1977) es el proceso continuo mediante el cual se plastifica, transporta y dosifica la masa de polímero fundido a través de una boquilla o molde, donde toma la forma del producto final. En la extrusión, el plástico recibe una nueva forma, después de haber sido fundido completamente.

Tolva: se encarga de alimentar a la máquina extrusora, puede ser simple o con sistemas agitadores en el caso de que los materiales se queden pegados en sus paredes. (Gutiérrez & Vargas, 2017, p.10)

Tornillo(s): carga, transporta, funde y homogeniza el plástico para darle la forma deseada, es considerado como la pieza clave de la extrusora. (Gutiérrez & Vargas.2017, p.10)

Maquina Extrusora y sus partes

El cilindro: de calefacción alberga en su interior al tornillo, la superficie del cilindro debe ser muy rugosa para aumentar las fuerzas de cizalla que soportará el material y permitir así que éste fluya a lo largo de la extrusora.

El cabezal: pieza situada al final del cilindro, que se encuentra sujetando la boquilla y por lo general manteniendo el plato rompedor. El perfil interno del cabezal debe facilitar lo más posible el flujo del material hacia la boquilla

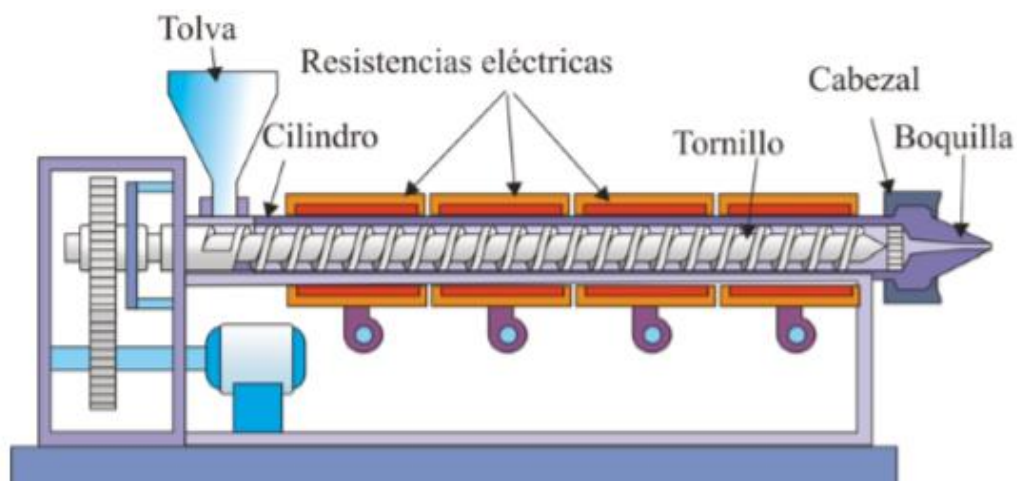


Figura 60. Maquina Extrusora. Fuente. Interempresas Media, 2019

Moldeo por compresión: Según el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004), citado por Toro & Porras (2018):

Es un proceso de post-extrusión que consiste en colocar al final del tornillo un molde, para inyectar una cantidad fija de material fundido. Con posterioridad, se unen las mitades del molde para comprimir dicho material y forzarlo a tomar la forma de la cavidad. Una vez realizado el procedimiento anterior, se enfría para que el polímero se solidifique. Finalmente se abre el molde y se expulsa el producto. Es un proceso de muy bajo impacto ambiental donde no hay aspectos ambientales relevantes, a excepción del ruido. En el caso de la unidad con matriz hidráulica, se deben tener en cuenta las mismas consideraciones del proceso de inyección. (p.74)

Aspectos a considerar en la producción:

Disponibilidad de la materia prima, se determina una vez se establezca la ruta de recolección en el área rural y urbana, bajo el acompañamiento del municipio y de la empresa de recolección de residuos sólidos del municipio “Servimarquez”.

El municipio cuenta con todos los servicios públicos, el servicio de acueducto es óptimo y económico, el servicio de energía cuenta con 220 w, que es el requerido para la maquinaria en todo el proceso de extrusión.

Mano de obra, en el municipio cuenta con la disponibilidad de personal necesario para el proceso. Se evidencia la tasa de desempleo de las personas buscando oportunidad laboral, no se encuentran datos en el DANE y el municipio tampoco cuenta con esas cifras de desempleo.

Transporte; fácil acceso para insumos y transporte de materia prima y producto terminado por su cercanía a la capital del Departamento de Boyacá, además todas las veredas cuentan con vías en buen estado.

Maquinaria: es de fácil obtención y los costos son competitivos de igual manera, no requiere mayor complejidad locativa para establecer la producción.

El paso más importante lo constituye la clasificación de los materiales, mediante técnicas manuales.

4.9.2 Reciclaje de plásticos para la elaboración de postes. No sobra resaltar como

valor agregado de este proyecto, que el reciclaje es una buena opción para contrarrestar la contaminación producida por el exceso de desperdicios plásticos sólidos en el sector del municipio de Boyacá.

Para esta propuesta que consiste en la disminución de carga residual en el municipio de Boyacá a partir de la producción de postes de plástico residual el método de reciclaje, se basa en la clasificación de los materiales, de forma manual:

- Separación de acuerdo al tipo de termoplástico para luego, limpiar, moler y paletizar, convirtiéndose en nueva materia prima. Es importante aclarar que en este tipo de reciclaje no se obtiene el plástico original, sino uno con propiedades inferiores, debido a la calidad del material a reciclar, pueden ser termoestables, o plásticos contaminados; estos materiales se muelen y funden juntos dentro de un extrusor.

4.9.3 Proceso de alistamiento del plástico para la elaboración de postes. Los plásticos en especial el Polietileno de alta densidad (PEAD) y Polipropileno de tereftalo (PET) se encuentran clasificados como termoplásticos que, al ser sometidos a calor son maleables y moldeables cuantas veces se requiera, sin que sufran alteraciones químicas irreversibles.

Tras una correcta separación, se tritura y compacta el material del que se dispone, obteniendo partículas pequeñas y manejables.

Para ello se utiliza una máquina compactadora de tratamiento de objetos plásticos que funciona como una licuadora tamaño industrial, donde se trituran los desechos.

La trituradora está constituida por una unidad de carga con las características de una simple tolva, que tiene que disponer el material de la mejor manera posible dentro de la unidad de trituración con el fin de evitar cualquier inconveniente posible durante la molidura.

La acción de corte de la trituradora se produce mediante una serie de cuchillas que al cruzarse machacan al producto. Los elementos principales del sistema son unos discos de cantos agudos provistos de garfios, cuya función consiste en agarrar el producto y llevarlo hasta las cuchillas montadas sobre ejes motores contra-giratorios, que realizan un corte neto del material.

El material pasa a un tamiz, donde solo pasan a la unidad de recolección las partículas suficientemente pequeñas, las grandes son agarradas nuevamente por las cuchillas para molerlas, hasta obtener la dimensión aceptada.

4.9.4 Sistema de extrusión proyectado. Según el aporte de la Escuela colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Facultad de Ingeniería Industrial. Programa de Ingeniería Industrial

(Garavito, 2004) la extrusión es el proceso más importante de obtención de formas plásticas, en volumen de producción. Es un proceso continuo, en el que la resina es fundida por la acción de temperatura y fricción, es forzada a pasar por un dado que le proporciona una forma definida, y enfriada finalmente para evitar deformaciones permanentes, de los postes de plástico para este caso.

De acuerdo a lo descrito, los postes de plástico reciclado, obtenidos de una línea de extrusión requieren de procesos posteriores con el fin de habilitar adecuadamente el artículo, el sellado y cortado.

Una máquina de extrusión consta de un eje metálico central con álabes helicoidales, llamado husillo o tornillo, instalado dentro de un cilindro metálico (cañón), revestido con una camisa calefactora de resistencias eléctricas. En un extremo del cilindro se encuentra un orificio de entrada para la materia prima, donde se instala una tolva de alimentación, generalmente de forma cónica, que es el depósito de materia prima granulada para la alimentación continua del extrusor; un barril o Cañón que es un cilindro metálico que aloja al husillo y constituye el cuerpo principal de una máquina de extrusión, cuenta con resistencias eléctricas que proporcionan una parte de la energía térmica que el material requiere para ser fundido. El sistema de resistencias, en algunos casos va complementado con un sistema de enfriamiento (que puede ser flujo de líquido o por ventiladores de aire), para controlar mejor la temperatura exacta del material; un husillo que es la parte que contiene la mayor tecnología dentro de una máquina de extrusión donde unos álabes o filetes, lo recorren de un extremo al otro y son los verdaderos impulsores del material a través del cañón. Las dimensiones y formas que éstos tengan, determinará el tipo de material que se pueda procesar y la calidad de mezclado de la masa al salir por el dado; las camisas calefactoras, que conforman el sistema de calentamiento controlado desde un tablero, donde las temperaturas de proceso se establecen en función del tipo de material y del producto deseado; el dado de extrusión que funciona como el molde en el proceso por inyección por donde fluye el polímero fuera del cañón de extrusión y gracias a éste toma el perfil que se busca; el perfil del dado suele ser diferente del perfil deseado en el producto final, debido a la memoria que presentan los polímeros, esfuerzos residuales y orientación el flujo resultado del arrastre por el husillo.

4.9.5 Maquinaria Requerida para fabricación de Postes de Material Reciclable.

Dentro del análisis de la maquina principal extrusora se determinó la maquina con referencia GT-1297 por precio, costo de producción, consumo de energía, y rendimiento.

Las extrusoras de la nueva generación se destacan por el poco espacio que ocupan, su bajo consumo de energía y sus bajos costos de inversión en relación con su alto rendimiento” (Wieczorek).

Características maquina extrusora

- Camisa de 3,50 mts de largo
- Tornillo: diámetro 100 mm
- Reductor relación 30 a 1
- Motor de 30 HP
- Variador de potencia de 30HP
- Tablero con 6 zonas de calentamiento.
- **Capacidad de procesamiento: 120 kilos / hora.**

Equivalente a 20 postes de 6cm x 7cm x 2 mts

- Desgasificador
- Diámetro de la boca de alimentación: 60 cms
- Consumo de energía, 20 kw/hora.
- Voltaje 220 o 440 según requerimiento. (*)
- Peso: 1500 kilos.
- Recubrimiento de la camisa con Manta térmica para evitar perdida de temperatura, mejorando así el desempeño.
- Desgasificador que permite dar un mejor acabado.



Figura 61. Maquina extrusora. Fuente: Interempresas Media, 2019

De acuerdo con el Proceso de producción de postes a base de material reciclado por el método de extrusión antes descrito en el capítulo anterior.

Tabla 1

Capacidad Maquina Extrusora en el primer año

Capacidad máquina. 120 kg/hora					
Producción primer año, máquina a media carga					
kg procesados/hora	horas /día	kg procesados/día	kg procesados/mes	kg procesados/año	TOTAL POSTES FABRICADOS 1ER AÑO
60	8	480	9.600	115.200	19.200
Capacidad máquina. 120 kg/hora					
Producción a partir del segundo año					
kg procesados/hora	horas /día	kg procesados/día	kg procesados/mes	kg procesados/año	TOTAL POSTES FABRICADOS AÑO
90	8	720	14.400	172.800	28.800

Fuente: Autor

4.10 Impacto generado por la disminución de carga residual en la empresa de aseo del municipio

La producción de residuos es consecuencia de las actividades económicas y del diario vivir de la población. En Colombia se generan diariamente cerca de 29.000 toneladas de residuos sólidos ordinarios (CONPES, 2004), lo cual evidencia que se está ante un problema de contaminación urbana y rural. De la alta generación de residuos urbanos, según el Informe de Seguimiento Gestión de los Residuos Sólidos en Colombia (Procuraduría General de la Nación , 2013), el 75%, es de origen residencial.

Los residuos sólidos en Colombia están compuestos principalmente de: parte orgánica (65%), el conjunto del plástico, vidrio, papel, cartón, metales, son un 24 %, el caucho, textiles, escombros, patógenos y peligrosos el 11% restante. De ésta composición se infiere que nacionalmente el porcentaje reciclable es del 25%. (CONPES, 2004)

La producción por habitante está dada como producción per cápita, PPC, y se expresa normalmente en kilogramo habitante día (kgr/hab/día). En Colombia es baja comparada con la producción de otros países. Según estudios realizados por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y

Desarrollo Territorial Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico y Ambiental de Colombia (Ministerio de Vivienda, ciudad y territorio, 2018), la producción per cápita por habitante en Bogotá es de 0.95 Kg./hab./día y en promedio entre 0.6 Kg./hab./día -0.81 Kg./hab./día, y en ciudades intermedias y de **0.31 Kg./hab./día** en poblaciones menores y rurales el cual es el caso para el municipio de Boyacá.

Con preocupación según Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE (2017), en Colombia la disposición final de los residuos en un 32% en rellenos sanitarios, 3 % en enterrados, un 50% a cielo abierto y un 15% a cuerpos de agua. Todo esto conlleva a una problemática ambiental ya que son dispuestos en lugares que no cumplen con las técnicas especiales que permitan un mejor manejo, utilización y aprovechamiento. (DANE 2017)

Evolución del Número de Sitios de Disposición Final

Si se realiza una revisión del cambio en el número total de sitios de disposición final se observa también una reducción sustancial de estos. Mientras que en 2005 el número de sitios llegaba a los 776 en el 2015 este se ha reducido a 227. (SUI 2015)

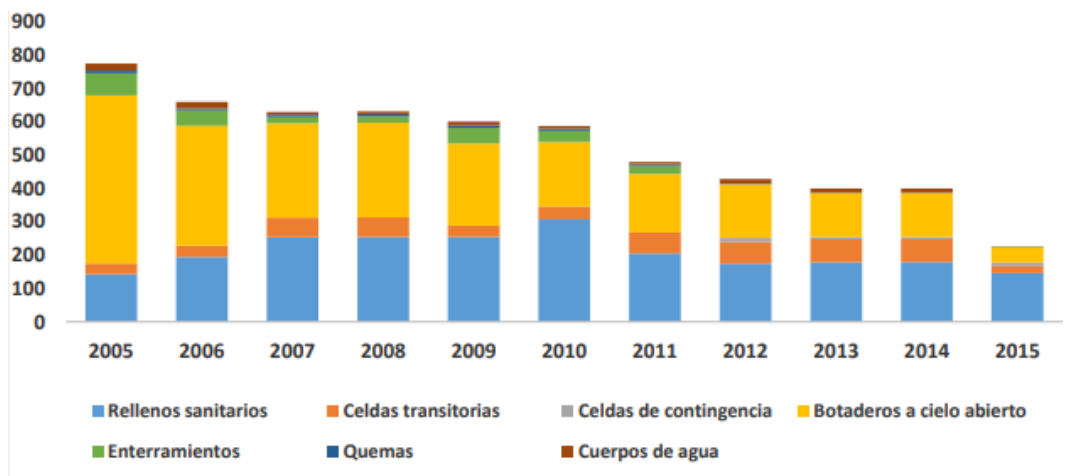


Figura 62. Evolución Sitios Disposición Final Colombia. Fuente: Wiesner, 2015

El municipio de Boyacá no se escapa a esta problemática y según el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS (2016), la producción diaria de residuos (correspondiente a la suma de todos los sectores domiciliarios, institucionales, oficiales, hospitalarios y comerciales); es de aproximadamente 19.60 toneladas/mes; dato global que incluye la producción urbana. Dentro de los cuales indican una alta producción de desechos de alimentos; representando éstos la mayor porción en peso de la producción del municipio (29% del total).

Seguido a esto, es importante señalar que los porcentajes de materiales reutilizables tales como papel, cartón y los plásticos son considerables (entre el 35 y 25 % respectivamente); dando muestra de una baja separación en la fuente y alta disposición final en el botadero a cielo abierto, quema y enterramiento de dichos materiales.

4.10.1 Generación de residuos sólidos en los sectores urbanos del municipio de Boyacá. Según Tabla 1. Generación de residuos sólidos en el municipio de Boyacá se determinó que en el año 2019:

Recolección de Residuos Orgánicos = 84.56 Ton/año

Recolección de Material Reciclable Aprovechable = 62.27 Ton/año

Relación de Material no Aprovechable en el Botadero Pírgua = 88.40 Ton/año

Para un total de residuos de 235.23 Ton/año. Datos suministrados por la Empresa Municipal de Aseo SERVIMARQUEZ y proyectado en el área rural. Cabe aclarar que en la parte Rural no existe Servicio de Recolección de Basura, por lo cual se empleó el instrumento en referencia para recopilar la información requerida.

Proyecciones de Población												
Proyecciones de Población 2018-2020, total municipal por área												
Junio 30												
Departamento	Nombre Departamento	Municipio	Nombre Municipio	Total			Cabecera			Centro Poblado y Rural Disperso		
				2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
15	Boyacá	15104	Boyacá	5.089	5.103	5.118	761	777	792	4.328	4.326	4.326

Figura 63. Población municipio Boyacá. Fuente. DANE

Recolección de Residuos Sólidos Urbanos con 790 habitantes		Recolección de Residuos Sólidos Rurales con 4326 habitantes		TOTAL RECOLECCION RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPIO	MATERIAL PARA ELABORACION DE POSTE
kg Recolectados/mes	kg Recolectados/año	kg Recolectados/mes	kg recolectados/año	Kg Recolectados /año	25% Kg /año
5.190	62.280	27.253	327.036	389.316	97.329
0.21 percapita					

Figura 64. Proyección Recolección de Residuos Sólidos municipio de Boyacá. Fuente: El Economista, 2017

En esta tabla se realiza la proyección anual de recolección de residuos sólidos, se

determinó según los datos suministrados por la Empresa de Servicios de recolección del municipio SERVIMARQUEZ, nos da una generación de residuos per cápita de 0.21 Kg./hab./día muy por debajo de la media nacional rural poblaciones pequeños y sobre ese valor se aplicó un 25 % de material utilizado para la elaboración de postes de material reciclado, el valor es de 97.000 Kg/año en el municipio de Boyacá

Proyecciones de Población
Proyecciones de Población 2018-2020, total municipal por área
Junio 30

Departamento	Nombre Departamento	Municipio	Nombre Municipio	Total			Cabecera			Centro Poblado y Rural Disperso		
				2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
15	Boyacá	15367	Jenesano	7.200	7.274	7.338	1.696	1.738	1.777	5.504	5.536	5.561

Proyecciones de Población
Proyecciones de Población 2018-2020, total municipal por área
Junio 30

Departamento	Nombre Departamento	Municipio	Nombre Municipio	Total			Cabecera			Centro Poblado y Rural Disperso		
				2018	2019	2020	2018	2019	2020	2018	2019	2020
15	Boyacá	15599	Ramiriquí	9.887	9.988	10.076	4.053	4.134	4.210	5.834	5.854	5.866

Figura 65. Población municipios de Ramiriquí y Jenesano. Fuente: DANE (2018).

Proyeccion de Recoleccion Residuos Sólidos municipio de Ramiriquí 10000 habitantes		Proyeccion de Recoleccion Residuos Sólidos municipio de Jenesano 7338 habitantes		TOTAL RECOLECCION RESIDUOS SOLIDOS MUNICIPIO VECINOS	MATERIAL PARA ELABORACION DE POSTE
kg Recolectados/mes	kg Recolectados/año	kg Recolectados/mes	kg recolectados/año	Kg Recolectados /año	25% Kg /año
63.000	756.000	46.229	554.748	1.310.748	327.687
0.21 percapita					

Figura 66. Proyección Recolección de Residuos Sólidos municipios de Ramiriquí y Jenesano. Fuente: DANE, 2018

En esta tabla se decide tomar los municipio vecinos del municipio de Boyacá, muy similares en su estructura social y cultural, ubicados a menos de 10 km. de distancia y poseen una población mucho mayor, dichos municipios son atendidos por la empresa SERVIMARQUEZ, con el fin que a futuro podemos realizar la recolección de residuos sólidos

reciclables para ampliar la producción, en caso que en el municipio de Boyacá no salga toda la cantidad de materia prima.

4.10.2 Proyección Disminución carga residual municipio de Boyacá. De acuerdo con los datos obtenidos en las tablas donde la generación del municipio de Boyacá de material utilizado para la elaboración de postes de material reciclado, el valor es de 97.000 Kg/año y el material que se requiere para el primer año es de 115.200 kg, para la elaboración de postes, y a partir del segundo año es de 172.800 kg. El cual la disminución de la carga Residual es del 100 %

La estrategia es realizar junto con el municipio y la empresa Servimarquez, una adecuada socialización, educación, selección en la fuente, recolección y métodos para que la gente del área rural entregue los materiales reciclables.

De igual manera para utilizar al 100% la máquina Extrusora se requiere la recolección en uno de los dos municipios cercanos al municipio y a futuro poder ampliar la producción y reducir la carga residual en la Provincia de Márquez departamento de Boyacá.

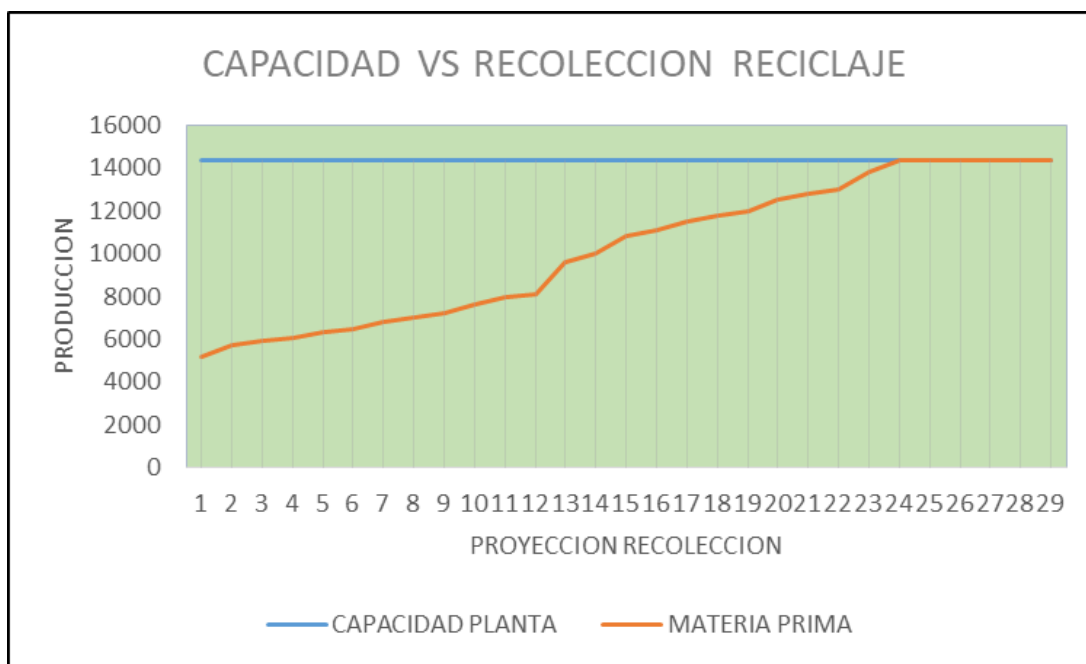


Figura 67. Capacidad vs Proyección Recolección de Residuos Sólidos municipio de Boyacá. Fuente: Autor.

5. CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

5.1 Conclusiones

- Partiendo de la situación problema planteada en ámbito local del sector urbano y rural del municipio de Boyacá, por la problemática ambiental de la acumulación de residuos sólidos, generación de vectores, malos olores, dispersión de bacterias patógenas, así como contaminación ambiental de los suelos, agua y el aire en la región y teniendo en cuenta los objetivos proyectados en la presente investigación se tienen las siguientes conclusiones:

- Para el primer objetivo de la investigación que tuvo el propósito de realizar una revisión bibliográfica y documental sobre el procesamiento de plásticos residuales, permitió consolidar la información requerida para orientar el proceso investigativo en temas relacionados como los procesos de transformación de plástico residual, la obtención de productos de plástico reciclado por transformación de plástico residual, los tipos de tecnologías para la transformación de plástico residual: extrusión, inyección y moldeo por compresión, el impacto ambiental, económico y social positivo por la transformación del plástico residual, la recolección de residuos plásticos reciclables para su transformación, las actividades y/o procedimientos de aprovisionamiento y almacenamiento de residuos plásticos y la normatividad del servicio público de aseo en Colombia, todos estos temas soportados y referenciados en investigaciones enfocadas en argumentar los procesos de manejo de residuos generados en entornos urbanos y rurales de diferentes regiones.

- Sobre el segundo objetivo específico de la investigación, que proyecto relacionar la cantidad de generación y recolección diaria de residuos de plásticos en el municipio de Boyacá, se concluye que de acuerdo a la información obtenida, la sumatoria de todos los sectores domiciliarios, institucionales, oficiales, hospitalarios y comerciales es de aproximadamente 19.60 toneladas/mes es decir dividido este total entre 30, se presume una producción diaria aproximada de 0,64 toneladas/diarias; dato global que incluye la producción urbana. Dentro de los cuales indican una alta producción de desechos de alimentos; representando estos la mayor porción en peso de la producción del municipio (29% del total). Seguido a esto, es importante señalar que los porcentajes de materiales reutilizables tales como papel, cartón y los plásticos son considerables (entre el 35 y 25 % respectivamente).

- El tercer objetivo específico busco identificar los métodos de fabricación de productos

con base en residuos de plástico para seleccionar el más idóneo para el proceso de producción de postes, mediante la consulta y análisis de otras investigaciones desarrolladas en el campo de tratamiento de residuos, lo cual permitió concluir que los métodos de fabricación de productos con base en residuos de plástico más idóneos para realizar la producción de postes en la región del municipio de Boyacá son la extrusión directa, que , consiste en forzar elementos plásticos a través de matrices con perfiles predeterminados en secciones constantes de bastante longitud; además, también se consideró el proceso de inyección en donde se calienta un polímero hasta alcanzar un estado altamente plástico. Luego se obliga a fluir bajo alta presión dentro de un molde que le da forma y en el que se deja enfriar, tras lo cual la pieza es expulsada del molde. Como es requerido en la fabricación de postes de plástico reciclado, el proceso se realiza en serie, para poder amortizar el coste del molde de inyección, que es la herramienta de este proceso de conformación.

- Respecto al cuarto objetivo específico, que planteo, definir el proceso de producción y obtención de postes de plástico, identificando la relación Peso-Volumen de residuos plástico en la producción de postes, se concluyó el más óptimo es el proceso de Extrusión que tiene ventajas como el costo de la maquinaria, comparado con otros procesos como inyección, soplado o compresión. Así mismo, ofrece una buena flexibilidad para cambios de productos sin necesidad de hacer inversiones mayores, una alta productividad y una producción estable. Esta conclusión da respuesta a la pregunta de investigación, sobre el proceso de transformación del plástico indicado para disminuir la carga residual del municipio de Boyacá mediante la elaboración de postes de plástico residual y para contribuir en la mitigación de afectaciones ambientales por el mal manejo de los desechos sólidos en los municipios del país.

- Finalmente para el quinto objetivo específico que busco, estimar la disminución de carga residual para la empresa de aseo del municipio, con el fin de valorar el impacto positivo del proyecto, se concluye que, de acuerdo con los datos obtenidos la generación del municipio de Boyacá de material utilizado para la elaboración de postes de material reciclado, el valor es de 97.000 Kg/año y el material que se requiere para el primer año es de 115.200 kg, para la elaboración de postes, y a partir del segundo año es de 172.800 kg., demostrando una disminución de la carga Residual es del 100 %, además se proyecta que para utilizar al 100% la máquina Extrusora se requiere la recolección en uno de los dos municipios cercanos y a futuro

poder ampliar la producción y reducir la carga residual en la Provincia de Márquez departamento de Boyacá.

5.2 Recomendaciones

El desarrollo de una cultura de pertenencia y pertinencia con la región para el buen manejo, deposito, destinación y aprovechamiento de los residuos plásticos no utilizados como materia prima para elaborar elementos cuya fabricación contribuye a mitigar varias amenazas ambientales como la deforestación, la contaminación de los suelos y las fuentes de agua y la proliferación de vectores que ponen en riesgo de personas, animales y flora del entorno.

Empeñar como misión el logro de una organización que desarrolle la cadena productiva para el aprovechamiento de residuos plásticos, empresa que también generaría impactos positivos como la generación de ocupación de mano de obra local de forma directa e indirecta, nuevos ingresos para las familias y descontaminación ambiental etc.

Que exista unificación de objetivos entre lo público y lo privado, en el aspecto socio ambiental en ítems como presupuestos requeridos para las inversiones relacionadas con el manejo de desechos en el municipio.

Fortalecer la capacitación en el manejo de materiales de desecho, con énfasis en lo ambiental, social y económico, del proceso de reciclaje, el adecuado acopio y su tratamiento.

5.3 Consideraciones finales

Se pretende contribuir al proceso sostenible medio ambiental del municipio de Boyacá, mediante la mitigación del impacto causado por el relleno sanitario, de la localidad y los lugares donde se depositan residuos sólidos en campo abierto.

En la localidad de Boyacá, en la actualidad, se producen toneladas 235.23 Ton/año de residuos aprovechables, como consecuencia de las diferentes actividades en el hogar, comercio y agricultura, siendo pocas las acciones que enfrentan con conciencia ambiental esta realidad, cada vez se ha venido agudizando esta problemática en las últimas décadas, debido a la mala disposición final de las basuras. Entre las alternativas de solución, se encuentra el reciclaje, como técnica que permite reducir la generación de basura.

El desarrollo de un proyecto de mitigación de la carga residual en la localidad, busca mejorar las condiciones de higiene de la comunidad con la sensibilización de los moradores sobre los beneficios que aporta el aprovechamiento de los desechos plásticos.

Con la producción de postes se procura el desarrollo de los recicladores, porque se mejoran las opciones laborales de quienes desempeñan labores de recolección y aprovisionamiento de desechos sólidos.

En síntesis, promover un enfoque integrado para alcanzar el desarrollo sostenible que aborde asuntos como la pobreza multidimensional, la exclusión y sostenibilidad, reducción de basuras, calidad del aire, oportunidad de empleo, entre otros, ayuda al municipio a crear las capacidades para integrar las consideraciones medioambientales en planes y estrategias de desarrollo, incluyendo el manejo y uso sostenible de los recursos naturales, promoviendo la recuperación económica y los medios de vida, y apuntando a mejores políticas de reciclaje para su respectivo aprovechamiento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, P. D., Castelblanco, B. S., & Meza., M. D. (2013). *Recicplast-[Empresa de Aprovechamiento del Plástico]*.
- Administración municipal Boyacá. (2019). *Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019 Boyacá-Boyacá*. Obtenido de https://boyacaboyaca.micolombiadigital.gov.co/sites/boyacaboyaca/content/files/000021/1038_pormediodelcualseadoptaelplandedesarrollo20162019.pdf
- Aguirre, A. M. (2015). *Composición, condiciones de extrusión y propiedades de eco-compuestos de residuos plásticos de origen agrario y urbano reforzados con fibras residuales de celulosa. (Tesis Doctoral)*. Universidad de Oviedo.
- Albiño, F., Mora, D., Mosguidt, D., Sobenis, G., Velasco, C., & Arellano, L. (2015). Elaboración de planchas celu-plásticas a través del reciclaje de celulosa residual y tereftalato de polietileno (pet). . *Cumbres, 1*(2), 58.
- Amaya, G. A., & Cabrera, A. M. (2018). *Planta de transformación de plástico recuperado PET, PEAD y PEBD, en la ciudad de Bogotá DC*. Bogotá.
- Anderson, S. W., Agajanian, J., & Rockwell., G. L. (2000). *Water Resources Data—California* .
- Arandes, J. M., Bilbao, J., & López, V. D. (2004). Reciclado de residuos plásticos . *Revista Iberoamericana de Polímeros, 5*(1), 45.
- Baño, E. (2017). La importancia de la etapa de extrusión. *Plásticos Universales, 212* , 49.
- Barragán, L. A., Velasco, F. G., Zurita, D. B., Ramos, D. M., Hinojosa, G. M., & Sánchez, C. V. (2015). Elaboración de planchas celu-plasticas a través del reciclaje de celulosa residual y tereftalato de polietileno. *Horizonte Empresarial, 2*(1).
- Carballo, N. A. (2015). *Impactos sociales y ambientales generados por la operación del relleno sanitario de Tunja sobre el municipio de Oicata-Boyacá*.
- Carranza, P. H. (2013). *Manejo del vertedero de residuos sólidos urbanos y su incidencia en la calidad ambiental de la ciudad de Valencia, año 2012. Plan de cierre (Tesis de grado)* . Quevedo: UTEQ.
- Castañeda, R. C., & Miranda, P. M. (2018). *Modelos más utilizados de reciclaje y reutilización de productos plásticos, y estrategias de recuperación más utilizadas en Colombia*.

- Castillo, R. R. (2010). *Elaboración de tubos de aluminio por el procedimiento de extrusión directa*. Obtenido de <http://buscoinfoobjcu.uca.edu.ni/Record/EBC3187291/Details>
- Castro M., P. R. (27 de 02 de 2020). *El millonario negocio detrás de la caída de un mopo. Tunja, Boyacá, Colombia*. . Obtenido de <https://especiales.semana.com/deforestacion/boyaca.html>)
- CONPES. (2004). *Lineamientos para optimizar la política de desarrollo urbano*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/conpes/2004/Conpes_3305_2004.pdf
- Corte Constitucional. (2015). Sentencia T-740/15.
- Departamento de Boyacá la cámara de comercio Resultados Monitoreo de la deforestación. (2017). Obtenido de http://www.ideam.gov.co/documents/24277/72115631/Actualizacion_cifras2017+FINAL.pdf/40bc4bb3-370c-4639-91ee-e4c6cea97a07
- El Economista. (2017). *Información sobre Empresa de servicios públicos domiciliarios de la Provincia de Marquez SERVIMARQUEZ S.A E. S. P*. Obtenido de <https://empresite.eleconomistaamerica.co/EMPRESA-SERVICIOS-PUBLICOS-DOMICILIARIOS-PROVINCIA-MARQUEZ-SERVIMARQUEZ-SAESP.html>
- El Financiero. (21 de Julio de 2015). Contaminación por el plástico. *El Financiero*. Obtenido de <https://www.elfinanciero.com.mx/opinion/salvador-garcia-linan/contaminacion-por-el-plastico>
- Escobar, E. M. (2020). *La grave deforestación en Colombia, nos afecta a todos y es el gran reto*. Obtenido de <https://natura.org.co/portfolio-item/la-grave-deforestacion-colombia-nos-afecta-todos-gran-reto/>
- Galindo, G. 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*.
- Garavito, J. (2004). Escuela Colombiana de Ingeniería. *Estrato 1, 2*.
- Garavito, J. (2007). *Plásticos protocolo*.
- Garzón, G. C., & Pinto, G. M. (2017). *Plan de manejo integral de residuos sólidos en el corregimiento el Centro-Vereda campo16-Barrancabermejara (Proyecto de grado)*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Bucaramanga.

- González, C., & Enrique., Y. (2013). Plan de negocio para el montaje de una empresa dedicada a la gestión integral de residuos. *Soluciones Ambientales SAS*”.
- González, S. L., & Almedida, M. d. (2007). *Gestión Integral de residuos sólidos*. Cuba: Universidad de Matanzas.
- Gordillo, A., Sánchez, M., & Martínez., A. (1997). *Simulación del proceso de inyección en el diseño de piezas de plástico Plásticos Universales*. Obtenido de <http://www.plastunivers.com/Tecnica/Hemeroteca/ArticuloCompleto.asp>
- Gutiérrez, L. J. (2014). *Caracterización de ferritas Ni-Zn obtenidas por compactación uniaxial y moldeo de inyección de polvos*.
- Gutiérrez, P. C., & Vargas, A. L. (2017). *Diseño y fabricación de una máquina extrusora para crear el filamento de la impresora 3D a partir de material plástico (Propuesta tecnológica)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba.
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2010). *Metodología de la investigación* (Vol. 3). México: McGraw-Hill.
- Hernández, Taboada, Henríquez, Marrero, Ortega, & Benítez. (2015). *Desarrollo de un producto en material plástico por inyección*.
<https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/260036-Extrusora-para-grancear-plastico-Quees-y-como-funciona.html>. (s.f.).
- IDEAM. (2014). *Colombia continúa reduciendo la deforestación anual, pasando de un 10% al*. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co/>
- Interempresas Media, S. -G. (2019). *GT-1297 Descripción: Extrusora, marca Bausano, 2 husillos contra rotantes: 140 mm 28D. Motor: 50 cv, caja de cambios: 6 velocidades*.
- López, D. F., & Rojas., A. F. (2018). Factores que influyen las propiedades mecánicas, físicas y térmicas de materiales compuestos madero plásticos. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(23).
- Maldonado, Á. F., & Vega, F. E. (2010). *Diseño y construcción de un equipo de moldeo por termopresión de desechos plásticos, capacidad 2700 cm. .*
- Martínez, J. A., Montoya, N., & Sierra, M. (2014). Energía del futuro: Bioalcoholes a partir de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). *Revista Escuela de Administración de negocios*, 77, 64.

- Mendieta, S. D., & Mendieta, S. A. (2016). *Diseño del Laboratorio para el Tratamiento de Plásticos Reciclados para la Universidad Distrital Francisco José de Caldas Facultad Tecnológica*. Caldas.
- Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo territorial. (2007). *Resolución 092 de marzo 16 de 2007*. Bogotá.
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones Edificio Murillo Toro. (2020). *Deforestación Histórica de 2005 a 2017*. Obtenido de <https://www.datos.gov.co/Ambiente-y-Desarrollo-Sostenible/Deforestacion-Historica-de-2005-a-2017/s54d-xr8e/data>
- Ministerio de Vivienda, ciudad y territorio. (2018). *Plan director de agua y saneamiento básico*. Minvivienda. (18 de Junio de 2014). *Aprovechamiento*. Obtenido de <http://www.minvivienda.gov.co/viceministerios/viceministerio-de-agua/gestioninstitucional/gesti%C3%B3n-de-residuos-solidos/aprovechamiento>
- Molina, G. J. (2018). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa procesadora de plástico PET post-consumo, en el municipio de Caicedonia Valle del Cauca para el 2018. (Proyecto de grado)*. Universidad del Valle.
- Moreno, P., Ernesto, M., De Jesús, R. D., & Muriel, H. (. (2018). *Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda*.
- Nascimento, S. L. (2007). *Procesado de PLA Por inyección y extrusión (Tesis de grado)*. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Navarrete, V. I. (2015). *Puesta a punto de una máquina de inyección de plásticos para procesar probetas de tensión*.
- Navarro Coronado, C. (s,f de Septiembre de 2018). *Análisis del sector del plástico en la Comunidad Valenciana*. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia.
- Ochoa, M., & Martin, C. (20 de Octubre de 2016). *Ideam resalta el suroriente de Boyacá por no talar árboles*. (E. Tiempo, Ed.) Obtenido de <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/tala-de-bosques-en-boyaca-41669>
- Olivos, P., & Laura, A. (2018). *Propuesta de una planta de reciclaje de residuos de papel, cartón, vidrio y plástico para la reducción del impacto ambiental en ciudad Eten*.

- Orozco, H. S. (2018). *Viabilidad económica de una planta de pirólisis de plásticos*.
- Pallares, V. A., & Trigos, M. M. (2014). *Alternativas de solución a la problemática ambiental presentada, por la utilización de material vegetal como postes y tutores, y la generación de residuos de agroquímicos, en la asociación productora asopaca, del corregimiento de aspásica, municipio de la Playa de Belen*.
- PGIRS. (2016). PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPIO DE BOYACÁ. 2016- 2027. Administración Municipal 2012-2015. *Unidos Boyacá Progresa*, 174.
- Prada, O. R., & Acosta, P. J. (2017). El moldeo en el proceso de inyección de plásticos para el logro de objetivos empresariales . *Dimensión Empresarial*, 15(1), 234.
- Procuraduría General de la Nación . (2013). *Informe de seguimiento gestión de residuos sólidos en Colombia*. Bogotá.
- Ramirez Arias, J. I., & Alvarez Salazar, E. L. (24 de Octubre de 2016). *Repositorio Institucional*. Recuperado el 10 de Abril de 2020, de repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/123456789/1335
- Ramírez, E. E., López, U. F., Morales, A. G., & Guayasamin, M. E. (2017). Optimización de refuerzo de costilla en cajas planas plásticas moldeadas por inyección. *Pistas Educativas*, 39(125).
- Rojas, A. E. (2016). *Caracterización del proceso de conversión de residuos plásticos en combustible por medio de pirólisis*.
- Salas, D. M., & Avila., P. N. (2019). *Plan De Gestión Integral De Residuos Sólidos-Líquidos Y Decomisos En La Planta De Procesamiento De Beneficio Especial Avícola Santa Ana*.
- Sayavedra, J., & Rodríguez, R. (2018). Desarrollo de bioplásticos a partir de tortas residuales y gomas naturales. *Congreso de Ciencia y Tecnología ESPE*, 13(1).
- Siperintendencia de servicios publicos domiciliarios. (2018). *Normatividad. Actividad de aprovechamiento*. Obtenido de Normatividad Superservicios https://www.superservicios.gov.co/sites/default/archivos/archivos/1_cartilla.pdf
- Sistema Unico de Formación normativa. (20 de Diciembre de 2013). *Decreto 2981 de 2013*. Obtenido de <http://www.suin-juriscal.gov.co/viewDocument.asp?id=1505864>

-
- Tauta, J. F., Reyes, O. J., & Méndez, G. D. (2007). Ensayo de compactación giratoria en suelos como alternativa al ensayo de compactación proctor. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 17(2), 81.
- Thiriez, A., & Timothy, G. (2006). *An environmental analysis of injection molding*. Proceedings of the 2006 IEEE International Symposium on Electronics and the Environment,.
- Toro, O. J., & Hernández, M. L. (2018). *Formulación de un plan de negocio para la fabricación de postes y mangueras a partir de la transformación del plástico recuperado en el municipio de Cumaribo, Vichada*. Vichada.
- Vargas, C. A., Posada, J. C., & Sierra, J. D. (2017). Influencia de las condiciones de proceso en las propiedades mecánicas de piezas plásticas inyectadas. *Desarrollo e innovación en Ingeniería*, 419.
- Varón, D. J. (2012). Estudio y análisis del moldeo por inyección de materiales poliméricos termoplásticos. *3c Tecnología*, 1(3).
- Vásquez, O. (2005). Modelo de simulación de gestión de residuos sólidos domiciliarios en la Región Metropolitana de Chile. *Revista de dinámica de sistemas*, 1(1), 52.
- Wiesner, J. B. (2015). *SUI 2015*. Obtenido de <https://www.cs.uwyo.edu/~abanic/SUI2015/>
- Zavala, A. G. (2015). *Diseño y desarrollo experimental de materiales de construcción utilizando plástico reciclado*.

ANEXOS

Anexo A. Lista de chequeo de la prestación del servicio de aseo en el municipio de Boyacá

CAPITULO I			
ASPECTOS GENERALES EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DE ASEO			
Numeral	REQUISITOS DECRETO 2981 : 2013	Cumple	No Cumple
1	La unidad de servicios públicos presta todas sus actividades con calidad y continuidad según lo establecido en este Decreto	X	
2	La unidad de servicios públicos cuenta con programas de atención a fallas, emergencias y una atención oportuna al usuario.	X	
3	La unidad de servicios públicos presta todas sus actividades de manera continua e interrumpida, con las frecuencias mínimas establecidas en este Decreto	X	
4	La unidad de servicios públicos realiza una cobertura total de tal forma que se garantice la prestación del servicio público de aseo a todos los habitantes del municipio		X
5	La unidad de servicios públicos cumplen con la obligaciones de la función social y ecológica de la propiedad, de conformidad con lo dispuesto en la constitución política y en la ley	X	
6	La unidad de servicios públicos formula e implementa el programa para la prestación del servicio acorde a lo establecido en el Decreto	X	
7	La unidad de servicios públicos Para efectos de la formulación de este programa define sus objetivos, metas, métodos, campañas educativas, actividades y cronogramas, costos y fuentes de financiación de acuerdo con los lineamientos definidos por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio.		X
8	La unidad de servicios públicos revisa y ajusta el programa de acuerdo con las actualizaciones de plan de gestión integral de		X

	residuos sólidos, para luego ser enviado a la superintendencia de servicios públicos para su vigilancia y control		
9	La unidad de servicios públicos dispone de una oficina para recibir, atender, tramitar y resolver todo tipo de peticiones, quejas y recursos que presenten los usuarios.	X	
10	La unidad de servicios públicos cuenta con los permisos, licencias y demás autorizaciones que la índole de sus actividades requiera, de conformidad con la normatividad ambiental vigente	X	
	TOTAL		

CAPITULO II

Actividades del servicio público de aseo

Nu mer al	REQUISITOS DECRETO 2981 : 2013	Cu mp le	No Cu mp le
1	La unidad de servicios públicos cumple con las siguientes actividades: Recolección, Transporte, Barrido, limpieza de vías y áreas públicas, Corte de césped, poda de árboles en las vías y áreas públicas, Transferencia, Tratamiento, Aprovechamiento, Disposición final y lavado de áreas públicas.		X
2	La unidad de servicios públicos identifica los costos asociados al servicio público de aseo correspondiente a las actividades del servicio definidas en este Decreto	X	
3	La unidad de servicios públicos incorpora la limpieza de playas y áreas urbanas definidas por la entidad territorial en el Plan de Gestión Integral de servicios Solidos	X	
4	La unidad de servicios públicos estructura y mantiene actualizado un programa de gestión del riesgo de acuerdo a la normatividad vigente en las diferentes actividades de la prestación del servicio.	X	

5	La unidad de servicios públicos presenta su plan de gestión de riesgos a la superintendencia de servicios públicos.	X	
6	La unidad de servicios públicos ejecuta las medidas de mitigación y corrección pertinentes en caso de presentarse un evento de riesgo	X	
7	La unidad de servicios públicos capacita a todo su personal sobre los procedimientos a seguir en caso de presentar un evento de riesgo		X
	TOTAL		

<i>CAPITULO III</i>			
<i>Almacenamiento y presentación</i>			
Numeral	REQUISITOS DECRETO 2981 : 2013	Cumple	No Cumple
1	Los usuarios del servicio público de aseo almacenan y presentan los residuos sólidos de acuerdo a lo dispuesto en este Decreto.	X	
2	Los usuarios del servicio público de aseo realizan la separación de residuos en la fuente tal como lo establece el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos del respectivo municipio para su adecuado almacenamiento y posterior presentación.	X	
3	Los usuarios del servicio público de aseo presentan los residuos sólidos en recipientes retornables o desechables de acuerdo a lo establecido en el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos de forma tal que facilita la actividad de recolección por parte del prestador.		X
4	Los usuarios del servicio público de aseo almacenan en recipientes la cantidad de residuos tanto en volumen como en peso, acorde a la tecnología utilizada para su recolección.		X
5	Los usuarios del servicio público de aseo presentan los residuos de acuerdo en el sitio destinado por el prestador.	X	

6	Las características de los recipientes retornables para el almacenamiento de residuos sólidos proporcionan seguridad, higiene y facilitan el proceso de recolección de acuerdo con la tecnología utilizada por el prestador tanto para la recolección de residuos con destino a disposición final como a procesos de aprovechamiento.		X
7	Los recipientes retornables tienen una capacidad proporcional al peso, volumen y características según los residuos que contengan.		X
8	Los recipientes retornables tienen resistencia para soportar la tensión ejercida por los residuos sólidos contenidos y por su manipulación que evite la fuga de residuos o fluidos.		X
9	Se verifica que los recipientes retornables para el almacenamiento de residuos sólidos sean lavados de tal forma que al momento de presentarlos cuenten con condiciones sanitarias adecuadas.		X
10	Los recipientes no retornables, utilizados para almacenamiento y presentación de los residuos sólidos proporcionan seguridad, higiene y facilitan el proceso de recolección de acuerdo con la tecnología utilizada por el prestador, tanto para la recolección de residuos con destino a disposición final como a procesos de aprovechamiento.		X
11	Los recipientes no retornables, utilizados para almacenamiento y presentación de los residuos sólidos tienen un sistema de fácil cierre o amarre.		X
12	Se cuenta con una unidad de almacenamiento de residuos sólidos.		X

Numeral	REQUISITOS DECRETO 2981 : 2013		
13	La unidad de almacenamiento de residuos sólidos cuenta con acabados que permiten su fácil limpieza esto con el fin de impedir la formación de ambientes propicios para el desarrollo de microorganismos.		X
14	La unidad de almacenamiento de residuos sólidos cuenta con adecuado sistema de ventilación, tales como rejillas o ventanas, y de prevención y control de incendios, como extintores y suministro cercano de agua y drenaje.		X
15	La unidad de almacenamiento de residuos sólidos está construida de manera que se evite el acceso y proliferación de insectos, roedores y otras clases de vectores, y que impida el ingreso de animales domésticos.		X
16	La unidad de almacenamiento de residuos sólidos tiene una adecuada ubicación y accesibilidad para los usuarios.		X
17	La unidad de almacenamiento de residuos sólidos cuenta con recipientes o cajas de almacenamiento de residuos sólidos para realizar su adecuado almacenamiento y presentación, teniendo en cuenta la generación de residuos y las frecuencias y horarios de prestación del servicio de recolección y transporte.		X
18	La unidad de almacenamiento de residuos sólidos mantiene aseada, desinfectada y fumigada según los requisitos y normas establecidos, labor realizada por los usuarios ya que son los directos responsables.		X
19	Cuando se realizan actividades de separación, la unidad de almacenamiento dispone de espacio suficiente para realizar el almacenamiento de los materiales, evitando su deterioro.		X
20	El usuario agrupado tiene la posibilidad de elegir entre la presentación de los residuos en el andén o en la unidad de		X

	almacenamiento, lo anterior si las condiciones técnicas lo permitan.		
21	El usuario agrupado cuenta con los recipientes suficientes para el almacenamiento, de acuerdo con la generación de residuos y las frecuencias y horarios de prestación del servicio de aseo.		X
22	La plaza de mercado, el cementerio, el matadero, el estadio, y el terminal de transporte tienen establecido programas internos de almacenamiento y presentación de residuos, de modo que se minimice la mezcla de los mismos y se facilite el manejo y posterior aprovechamiento, en especial de los de origen orgánico.		X
23	Los residuos sólidos evacuados por ductos, son empacados en recipientes no retornables que reúnan las características exigidas en el Decreto y de acuerdo con el tamaño de los ductos.		X
24	El usuario realiza la presentación de los residuos en el andén del inmueble generador.		X

CAPITULO III

Almacenamiento y presentación

Numeral	REQUISITOS DECRETO 2981 : 2013	Cumple	No Cumple
25	La presentación de los residuos sólidos, evitan la obstrucción peatonal o vehicular y cumplen con las normas urbanísticas vigentes en el municipio, de tal manera que facilitan el acceso para los vehículos y personas encargadas de la recolección y la fácil limpieza en caso de presentarse derrames accidentales.		X
26	En el caso de urbanizaciones, barrios o agrupaciones de viviendas y/o demás predios que por sus condiciones impiden la circulación de vehículos de recolección, así como en situaciones de		X

	emergencia, los usuarios trasladan los residuos sólidos hasta el sitio determinado por la empresa prestadora del servicio público de aseo.		
27	El tamaño, la capacidad y el sistema de cargue y descargue de las cajas de almacenamiento, son compatibles con su equipo de recolección y transporte.		X
28	Las dimensiones y capacidad de las cajas de almacenamiento, permiten el almacenamiento de la totalidad de los residuos sólidos producidos de acuerdo con las frecuencias de recolección.		X
29	Las cajas de almacenamiento están provistas de elementos que evitan la humedad, el depósito de aguas lluvias, la dispersión de los residuos, el acceso de animales y la proliferación de vectores.		X
30	Se cuenta con la cantidad requerida de cajas que garantizan el almacenamiento de la totalidad de los residuos generados, acorde con la frecuencia de recolección establecida por la empresa prestadora del servicio de recolección y transporte.		X
31	En las cajas de almacenamiento únicamente se depositan los residuos sólidos ordinarios		X
32	El sitio de ubicación de las cajas de almacenamiento tiene accesibilidad para los usuarios.		X
33	El sitio de ubicación de las cajas de almacenamiento tiene accesibilidad y facilidad el manejo y la recolección de los residuos sólidos por parte del prestador.		X
34	El sitio de ubicación de las cajas de almacenamiento tiene espacio para tránsito de peatones o de vehículos.		X
35	El sitio de ubicación de las cajas de almacenamiento presenta condiciones de higiene y de estética con el entorno.		X
36	El sitio de ubicación de las cajas de almacenamiento tiene la aceptación de la comunidad usuaria y de la empresa prestadora del		X

	servicio público de aseo.		
37	El sitio de ubicación de las cajas de almacenamiento tiene medidas de señalización y seguridad para evitar accidentes.		X
38	El sitio de ubicación de las cajas de almacenamiento tiene medidas necesarias para evitar el acceso de animales.		X
39	Cuenta con la autorización de la entidad territorial a través de la autoridad urbanística local o quien haga sus veces, atendiendo las necesidades del servicio público de aseo, en cuanto a la ubicación de las cajas de almacenamiento en áreas públicas.		X
	TOTAL		

CAPITULO IV

Recolección y transporte

Numeral	REQUISITOS DECRETO 2981 : 2013	Cumple	No Cumple
1	La unidad de servicios públicos realiza la recolección de residuos sólidos de forma separada.	X	
2	La unidad de servicios públicos implementa procesos de separación en la fuente y presentación diferenciada de residuos.	X	
3	La unidad de servicios públicos efectúa los procesos de recolección de tal modo que se minimicen los impactos, especialmente el ruido y esparcimiento de residuos sólidos en la vía pública.	X	
4	La unidad de servicios públicos cuenta con equipos y mecanismos suficientes que garantizan la suplencia en caso de averías y mantenimiento de los mismos.		X
5	La unidad de servicios públicos presta el servicio de recolección de residuos aprovechables y no aprovechables de tal forma que no se generen riesgos a la salud pública.		X

6	La unidad de servicios públicos cuenta con la capacidad necesaria de cajas de almacenamiento de acuerdo a la generación de residuos, frecuencias y horarios de la prestación del servicio, para que los residuos sólidos depositados no desborden su capacidad.		X
7	La unidad de servicios públicos capacita a su personal encargado del manejo de residuos sólidos, dota de equipos de protección personal, identificación, uniformes de trabajo con aditamentos reflexivos y demás implementos al personal encargado de la recolección de residuos conforme a la normatividad vigente en materia laboral y de salud ocupacional.		X
8	Los lixiviados almacenados en el vehículo que se originen durante la recolección y transporte de los residuos sólidos ordinarios son depositados en el sitio de disposición final para su respectivo tratamiento.	X	
9	Para la recolección en zonas suburbanas, y rurales se cuenta con vías adecuadas, y se cuenta con sitios de almacenamiento colectivo previamente convenidos con la comunidad.		X
10	En los sitios de almacenamiento colectivo se cuenta con condiciones maniobrabilidad para los vehículos recolectores y de fácil acceso para los usuarios.		X
11	La unidad de servicios públicos cuenta con el diseño de macrorrutas y microrrutas que deben seguir cada uno de los vehículos recolectores de acuerdo a las normas de tránsito.		X
12	El diseño de macrorrutas y microrrutas cuenta con la descripción de los tipos de vías existentes en el municipio y de alto tráfico vehicular y peatonal.		X
13	El diseño de macrorrutas y microrrutas cuenta con aspectos como el uso del suelo (residencial, comercial, industrial.)		X
14	El diseño de macrorrutas y microrrutas cuenta con la		X

determinación de ubicación de centros de salud entidades similares de atención a la salud, así como entidades asistenciales.		
--	--	--

<i>CAPITULO IV</i>			
<i>Recolección y transporte</i>			
Numeral	REQUISITOS DECRETO 2981 : 2013	Cumple	No Cumple
15	El diseño de macrorrutas y microrrutas cuenta con la destinación de recolección en zonas industriales.		X
16	El diseño de macrorrutas y microrrutas cuenta con la información de zonas de difícil acceso		X
17	El diseño de macrorrutas y microrrutas cuenta con la información de tipo de usuario o generador		X
18	El diseño de macrorrutas y microrrutas cuenta con la ubicación de áreas públicas como plazas, parques o similares.		X
19	El diseño de macrorrutas y microrrutas cuenta con la información de estado de áreas públicas como plazas, parques o similares.		X
20	El diseño de macrorrutas y microrrutas cuenta con la información de presencia de barreras geográficas naturales o artificiales.		X
21	El diseño de macrorrutas y microrrutas cuenta con la descripción de tipo de residuos según sean aprovechables o no aprovechables.		X
22	La unidad de servicios públicos cuenta con un horario de recolección teniendo en cuentas la cantidad de residuos generados, las características de cada zona, la jornada de trabajo, el clima, la capacidad de los equipos, las dificultades generadas por el tráfico vehicular o peatonal.		X
23	La unidad de servicios públicos realiza la frecuencia de recolección teniendo en cuenta la cantidad de generación de residuos, las características del clima.		X

24	La unidad de servicios públicos presenta una frecuencia mínima de recolección de residuos no aprovechables al menos dos veces por semana.		X
25	La unidad de servicio público utiliza medios masivos de difusión de amplia circulación local para la divulgación de los horarios y frecuencias de las macrorrutas y microrrutas.		X
26	La unidad de servicio público informa las frecuencias de recolección del servicio en las facturas de cobro del servicio público de aseo.		X
27	La unidad de servicio público publica en la página web las rutas y horarios de prestación de las diferentes actividades de recolección del servicio.		X
28	La unidad de servicios públicos utiliza medios masivos de difusión de amplia circulación local y página web para informar cambio en las rutas horarios o frecuencias en caso de ser requerido con tres días de anterioridad.		X
29	La unidad de servicios públicos realiza estudios previos como lo son; cantidad de residuos sólidos falta de infraestructura vial, compatibilidad con los vehículos destinados a la recolección antes de la instalación de una caja de almacenamiento		X
30	La unidad de servicios públicos cuenta con vehículos motorizados claramente identificados (color, logotipos, placa de identificación entre otras características		X
31	La unidad de servicios públicos cuenta con un equipo de comunicación		X

<i>CAPITULO IV</i>			
<i>Recolección y transporte</i>			
Numeral	REQUISITOS DECRETO 2981 : 2013	Cumple	No Cumple
32	La unidad de servicios públicos cuenta con equipos de compactación	X	
33	Los vehículos con caja compactadora estas equipados con un sistema de compactación que pueda ser detenido en caso de emergencia	X	
34	Los vehículos con caja compactadoras están bien cerrados de tal forma que impidan la perdida de líquido (lixiviado) y cuenta con un mecanismo automático que permita una rápida acción de descarga	X	
35	La unidad de servicios públicos cuenta con vehículos con estribos y superficies antideslizantes, y manijas adecuadas para sujetarse de tal forma que el personal pueda transportarse en forma segura	X	
36	Los vehículos destinados a la recolección de cajas de almacenamiento cuentan con un sistema adecuado para levantarlas y descargar su contenido	X	
37	Los vehículos cumplen con las especificaciones técnicas existentes que no afecten la salud ocupacional del conductor y operarios	X	
38	Los vehículos están dotados de equipos de carreteras y de atención de incendios cepillos y escobas	X	
39	La unidad de servicios públicos presenta registros que evidencian la óptima condición de los equipos, vehículos, accesorios y ayudas con los que estos cuentan.”	X	
40	La unidad de servicios públicos verifica que se realice el lavado de los vehículos y accesorios de recolección al finalizar la jornada	X	

	diaria.		
41	La unidad de servicios publico realiza la recolección de los residuos de barrido, en las calles se realiza en un tiempo menor a ocho (8) horas, una vez se hace la presentación para transportarlos.	X	
42	La unidad de servicios publico realiza la recolección y transporte de los residuos sólidos, originados por poda de árboles o arbustos, y corte del césped en áreas públicas.		X
43	Para la recolección de los residuos ordinarios generados en la plaza de mercado, en el matadero y el cementerio del municipio, la unidad de servicios públicos dispone cajas de almacenamiento ubicadas estratégicamente, tanto para residuos aprovechables como no aprovechables.		X
44	La unidad de servicios públicos municipal realiza la recolección de animales muertos con un peso menor a 50 kg en las 6 horas posteriores a la recepción de la solicitud.	X	
45	La unidad de servicios públicos cuenta con la recolección transporte y disposición final de residuos de construcción y demolición efectuada por terceros.		X
46	La policía municipal realiza control de limpieza de los alrededores de los puestos de ventas de los vendedores estacionarios localizados en áreas públicas.		X
47	La policía municipal realiza control sobre la recolección de los residuos sólidos originados por la actividad de cargue y descargue de mercancías y materiales.		X
		TOTAL	

<i>CAPITULO V</i>			
<i>Recolección y transporte selectivo de residuos para su aprovechamiento</i>			
Numeral	REQUISITOS DECRETO 2981 : 2013	Cumple	No Cumple
1	Los vehículos cumplen con las normas vigentes para emisiones atmosféricas y se ajustan a los requerimientos de tránsito.	X	
2	Los vehículos destinados al transporte de fracciones de residuos sólidos orgánicos biodegradables poseen depósitos y permiten su cierre o cubierta de tal manera que impidan la fuga o descarga.	X	
3	Los vehículos están cubiertos durante el transporte de manera que se reduzca el contacto con la lluvia y el viento y se evite el esparcimiento y el impacto visual y estético.	X	
4	La unidad de servicios públicos tiene establecido frecuencia, horarios y formas de prestación para la recolección de residuos aprovechables.	X	
5	La unidad de servicios públicos tiene el conocimiento de los propósitos fundamentales de aprovechamiento de residuos solidos		X
6	La unidad de servicios públicos aplica los criterios básicos y requerimientos, para que los métodos de aprovechamiento se realicen de forma óptima.	X	
7	Los residuos sólidos aprovechables presentados por los usuarios están limpios y debidamente separados por tipo de material.		X
8	La unidad de servicios públicos identifica los residuos sólidos aprovechables contaminados con residuos peligrosos, metales pesados, ni bifenilos policlorados.		X
9	La unidad de servicios públicos realiza el proceso de almacenamiento de tal manera que no se deteriore su calidad ni se pierda su valor.		X
10	La planta de clasificación, aprovechamiento y almacenamiento		X

	cuentan para su ubicación con los usos de suelo establecidos en las normas de ordenamiento territorial		
11	La planta de clasificación, aprovechamiento y almacenamiento está debidamente cubierta y con cerramiento físico con el fin de prevenir y mitigar los impactos sobre el área de influencia		X
12	La planta de clasificación, aprovechamiento y almacenamiento cuenta con el respectivo diagrama de flujo del proceso incluida recepción pesaje y registro.		X
13	La planta de clasificación, aprovechamiento y almacenamiento cuenta con las siguientes áreas de operación: recepción, pesaje, selección y clasificación, procesos para materiales aprovechables, procesos para materiales de rápida biodegradación		X
14	La planta de clasificación, aprovechamiento y almacenamiento cuenta con un sistema de ventilación y extracción adecuada que controle la emisión de olores.		X
15	La planta de clasificación, aprovechamiento y almacenamiento cuenta con un sistema de drenaje para el control de aguas lluvias y sistema de recolección tratamiento de lixiviados cuando sea del caso.		X
16	La planta de clasificación, aprovechamiento y almacenamiento cuenta con las autorizaciones a que haya lugar		X
17	La planta de clasificación, aprovechamiento y almacenamiento cuenta con pisos y paredes que permitan su aseo desinfección periódica y mantenimiento mediante lavado.		X
	TOTAL		

<i>CAPITULO VI</i>			
<i>Gestión integral de los residuos solidos</i>			
Numeral	REQUISITOS DECRETO 2981 : 2013	Cumple	No Cumple
1	El municipio elabora, implementa y mantiene actualizado un plan para la gestión integral de residuos o desecho sólidos.	X	
2	El plan de gestión integral de residuos sólidos garantiza la participación de los recicladores de oficio en la formulación, implementación y actualización		X
3	En el plan de gestión integral de residuos sólidos será prioridad los estudios de factibilidad sobre el aprovechamiento de residuos		X
4	En la elaboración del plan de gestión integral de residuos sólidos se tiene en cuenta aspectos sociales, económicos, técnicos, operativos, comerciales y ambientales.		X
5	El municipio realiza continuamente campañas de orientación y capacitación de como separar y aprovechar los residuos solidos		X
6	El municipio adopta y fortalece las acciones afirmativas en favor de la población recicladora.		X
7	El municipio identifica a los recicladores y los focaliza como población vulnerable		X
8	La unidad de servicios públicos cuenta con información completa y actualizada de sus usuarios especialmente su identificación, modalidad de servicio que reciben, cantidad de servicios que general para realizar el seguimiento y control del servicio.		X
9	La unidad de servicios públicos en caso de suspensiones programadas del servicio público de aseo avisa a sus usuarios con cinco días de anticipación		X
	TOTAL		

Anexo B. Formato de encuesta.

ENCUESTA DIRIGIDA A HABITANTES DEL MUNICIPIO DE BOYACÁ

Las preguntas son tomadas de otras investigaciones debido que son pertinentes y aportan para la tesis, de Garzón & Pinto (2017), página 22. (Anexo B) y Toro & Porras (2018),

Objetivo: establecer como los habitantes del municipio de Boyacá realizan la recolección de desechos sólidos.

Proceso de recolección de desechos sólidos

1. ¿Conoce la diferencia de residuo ordinario, peligroso y especial?

Sí _____ No _____

¿Conoce la diferencia entre residuo sólido aprovechable y no aprovechable?

Sí _____ No _____

2. ¿Conoce la diferencia entre residuo sólido orgánico, inorgánico, reciclable y no reciclable?

Sí _____ No _____.

3. ¿Recicla o reutiliza sus residuos?

Sí _____ No _____

4. ¿Quema o quemó residuos de su hogar?

Sí _____ No _____

5. ¿Dónde dispone actualmente sus desechos?

Sitio de acopio _____ Canecas comunales _____ Hogar _____

6. ¿Conoce el impacto de la mala disposición de residuos en el ambiente?

Sí _____ No _____

7. ¿Usted ha recibido algún tipo de capacitación para manejar adecuadamente los residuos?

a. Si _____ b. No _____

8. ¿Le gustaría aprender técnicas de reciclaje?

Sí _____ No _____

Recolección de desechos sólidos

9. ¿Qué tipo de residuos genera o produce su hogar?
a. Restos de comida ____ b. Restos de Frutas y verduras ____ c. cáscaras ____ d. restos de comida de cocida ____ e. madera ____ f. Papel ____ plástico ____ h. cartón. ____ i. latas ____ j. Vidrio. ____ otro ____ Cual? _____
10. Usted clasifica o separa los residuos sólidos en su casa (el momento de su generación):
Sí _____ No _____
11. Usted cree que son suficientes los contenedores dispuestos por la empresa de aseo en su sector: a. Si _____ b. No _____ Porque _____
12. Como controlan ratones, moscas, cucarachas y otros animales: a. Manualmente ____
b. Trampas o elementos mecánicos ____ c. Sustancias Químicas (gomas, veneno),
d. detergentes ____ e. otros ____ f. No han tenido problemas. _____
13. Para Usted es importante darle un manejo adecuado a los residuos sólidos?
a. Si _____ b. No _____ Porque _____
14. ¿Usted cree que es necesario un programa para aprovechar los residuos que se generan en su municipio? a. No conveniente ____ b. Conveniente ____ c. Muy conveniente ____
15. ¿Cuál es el tipo de desecho que su hogar genera en mayor proporción?
sobras de alimento ____ papeles y derivados ____ plásticos bolsas y empaques ____ Vidrio
____ Otro ____ Cuál _____
16. ¿En qué tipo de recipiente o contenedor almacenan las basuras en su hogar?
Caneca ____ bolsas de basura ____ saco o costal ____ tanque de plástico ____ otro tipo de contenedor ____ ¿Cuál? _____
17. ¿Qué se hace en su hogar con las botellas de plástico utilizadas? Se botan ____ Se reutilizan ____ se regalan ____ otro uso ____ ¿Cuál? _____
18. ¿Qué se hace en su hogar con las bolsas de plástico utilizadas? Se botan ____ Se reutilizan ____ Se regalan ____ Otro uso ____ ¿Cuál? _____
19. ¿Estaría dispuesto a separar y clasificar las basuras en su casa para un mejor aprovechamiento? Si _____ No _____ Porque _____
- Recolección de residuos sólidos domiciliarios
20. En su sector reciben el servicio de recolección de basuras. Sí ____ No ____ ¿Cuál es el nombre de la empresa o entidad recolectora? _____

21. ¿Qué tipo de vehículo hace la recolección de basuras en su vivienda? Camión recolector ___ volqueta ___ vehículo de tracción animal ___ carros de mula ___ ninguno ___ otro ___
¿cuál? _____
22. ¿Tiene conocimiento de la existencia de botaderos de basuras clandestinos (a cielo abierto) Si ___ No ___ dónde? _____
23. Si usted no recibe este servicio ¿cuál es la disposición que le da a sus basuras?
Quema la basura ___ las arroja a un arroyo o río ___ - le paga a alguien para que lo haga por usted ___ la entierra ___ la depositan en un botadero a cielo abierto ___ siempre recibe el servicio ___ otro ___ ¿cuál? _____
24. 24 ¿Está usted satisfecho con el servicio de recolección de basuras de su sector?
Si ___ No ___ Porque _____.
- Percepción sobre el manejo y disposición de residuos sólidos domiciliarios.
25. ¿Cómo calificaría usted el servicio de recolección de basuras de que es beneficiario actualmente? Bueno ___ Regular ___ Malo ___
26. ¿Cómo percibe usted la situación de su sector en lo que respecta a la disposición de basuras? Muy Limpio ___ Medianamente limpias ___ Ni limpias ni sucias ___ Medianamente sucias ___ Muy sucias ___
27. Cómo considera usted la situación de disposición de basuras en su sector.
Le es indiferente ___ Poco grave ___ Grave ___ Muy grave ___
28. ¿Conoce usted si la disposición actual de las basuras en el sector conlleva un riesgo ambiental para los habitantes del mismo? Si ___ No ___ Porque _____
29. ¿Considera usted que las basuras en el sector son las causantes de la presencia de roedores, moscas, mosquitos y otros vectores? Sí ___ No ___
30. ¿Ha recibido usted en algún momento alguna capacitación sobre contaminación ambiental? Sí ___ No ___
31. ¿Le gustaría recibir algún tipo de capacitación o charla sobre el manejo domiciliario de basuras? Si ___ No ___ (Garzón Gamba, C., & Pinto Gómez, M. T. Plan de manejo integral de residuos sólidos en el corregimiento el Centro-Vereda campo16-Barrancabermejara.)

Encuesta dirigida a habitantes del municipio de Boyacá

Objetivo: Conocer el concepto de potenciales compradores sobre el uso de postes elaborados a partir del plástico recuperado.

1. ¿Alguna vez ha comprado productos elaborados con plástico reciclado?
a. Si ____ b. No ____
2. ¿Qué tipo de producto fabricado con plástico reciclado ha comprado?
a. Postes ____ b. Manguera ____ c. Otro ____ ¿cuál? _____
3. ¿Estaría dispuesto a comprar postes elaborados con plástico reciclado?
a. Si ____ b. No ____
4. ¿En una escala de 0 a 5 que tan interesado está usted en adquirir postes elaborados con plástico reciclado? siendo 0 nada interesado, 1 poco interesado, 2-3 moderadamente interesado, 4 interesado y 5 muy interesado.
a. 0 ____ b. 1 ____ c. 2 – 3 ____ d. 4 e. 5 ____
5. ¿Qué aspectos esperaría de los postes elaborados con plástico recuperado?
a. Innovador ____ b. Diseño ____ c. Atractivo ____ d. Contribuye al medio ambiente ____
e. Ninguno de los anteriores ____ f. Otro (Por favor especifique) _____
d. Otro (Por favor especifique): _____
6. ¿Actualmente qué tipo de postes utiliza en su predio?
a. Concreto ____ b. Madera ____ c. Plástico ____ d. ¿Otro cuál? _____
7. ¿Con que frecuencia compran postes para su predio?
a. cada seis meses ____ b. anual ____ c. cada 3 años ____ d. cada 5 años ____
8. ¿Cuándo realiza la compra de postes entre que cantidades compra?
a. Entre 20 a 45 b. Entre 46 a 70 c. Entre 71 a 100
d. Entre 101 a 150 e. Entre 151 a 200 f. Más de 200
9. ¿Cuánto dinero invierte en un poste?

a. \$10.000 b.20.000 c.30.000 d. más de 30.000

10. ¿A la hora de adquirir postes realiza la compra en el municipio de Boyacá?

a. Sí. Especifique el establecimiento: _____

b. No. Especifique municipio _____

11. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un poste de material reciclado?

a. \$ 17.000 b. \$ 20.000 c. \$ 25.000 d. más de 25.000

12. ¿Qué características le gustaría que tuviera los postes elaborados con plástico recuperado?

a. no inflamable_____ b. no se deforme al calor del sol _____ c. no se astille _____ d.
otro_____ especifique_____

Análisis Rural:

ENCUESTA DIRIGIDA HABITANTES MUNICIPIO DE BOYACA EN EL AREA RURAL, PARA DETERMINAR LA RECOLECCION Y DISPOSICION DE DESECHOS SOLIDOS

I. Caracterización de la Muestra

Nivel educativo del jefe del Hogar

Ninguno	Primaria	Bachillerato	Técnico	Profesional	Posgrado	TOTAL
20	45	20	10	5	0	100

20	45	20	10	5	0	100
----	----	----	----	---	---	-----

Sexo del jefe del Hogar

Masculino Femenino

45	55
----	----

Número de Personas que Componen su hogar

1 PER 2 PER 3 PER 4 PER 5 PER

5	20	35	25	15	95
---	----	----	----	----	----

II. Conocimiento acerca de residuos sólidos y reciclaje

1. Sabe que son residuos sólidos?

SI NO

70	30	100
----	----	-----

2. Conoce la diferencia entre residuo sólido aprovechable y no aprovechable?

SI NO

70	30	100
----	----	-----

3. Conoce la diferencia entre residuo sólido orgánico, inorgánico, reciclable y no reciclable?

SI NO

75	25	100
----	----	-----

4. Conoce el impacto de la mala disposición de residuos para el medioambiente?

SI NO

80	20	100
----	----	-----

III. Comportamientos Relativos al Reciclaje

5. Qué tipo de residuos genera o produce su hogar?

Restos de comida	Restos de Frutas y verduras	Cáscaras	Madera	Papel
Plástico	Cartón	Latas	Vidrio	
20	18	16	8	13
	20	15	8	4

6 ¿Cuál es el tipo de desecho que su hogar genera en mayor proporción?

Restos de comida	Restos de Frutas y verduras	Cáscaras	Madera	Papel
Plástico	Cartón	Latas	Vidrio	
20	13	14	2	5
	20	8	3	3

7. En qué tipo de recipiente o contenedor almacenan las basuras en su hogar?

Caneca	Saco o costal	Bolsas de basura	Tanque de plástico	Ninguno
35	35	15	10	5
			100	

8. Realiza separación de estos residuos en diferentes recipientes según sus características

SI	NO	
60	40	100

9. Recicla o reutiliza sus residuos?

SI	NO	
25	75	100

10. Dónde dispone actualmente sus desechos?

Sitio de acopio	Canecas comunales	lote
5	5	90
		100

11. Para Usted es importante darles un manejo adecuado a los residuos sólidos

SI	NO	PORQUE	
60	40		100

12. Estaría dispuesto a separar y clasificar las basuras en su casa para un mejor aprovechamiento?

SI	NO	PORQUE	
90	10		100

IV. Recolección de Residuos Sólidos Domiciliarios

13. En su sector reciben el servicio de recolección de basuras

SI	NO	Cual es el nombre			
0	100	100			
14. Qué tipo de vehículo hace la recolección de basuras					
Camión recolector	Vehículo de tracción animal	Volqueta	Ninguno		
0	0	0	100	100	
15. Cuando usted no recibe este servicio ¿cuál es la disposición que le da a sus basuras					
Quema la basura	Las arroja a un arroyo o rio	Le paga a alguien para que lo haga			
por usted	La entierra	La depositan en un botadero a cielo abierto	siempre recibe el		
servicio					
45	0	5	20	30	0
16. Está usted satisfecho con el servicio de recolección de basuras de su sector					
SI	NO	PORQUE			
0	100	100			
17. Usted cree que son suficientes los contenedores dispuestos por la empresa de aseo o el municipio en su sector:					
SI	NO	PORQUE			
0	100	100			
18. Cómo calificaría usted el servicio de recolección de basuras de que recibe actualmente					
Bueno	Regular	Malo			
0	0	100	100		
V. Receptividad a la Capacitación en Aprovechamiento de Residuos Solidos					
19. Usted ha recibido algún tipo de capacitación para manejar adecuadamente los residuos					
SI	NO				
20	80				100
20. Le gustaría recibir algún tipo de capacitación o charla sobre el manejo domiciliario de basuras?					
SI	NO				
95	5				100

21. Usted cree que es necesario un programa para aprovechar los residuos que se generan en el municipio?

innecesario	necesario	muy necesario
0	40	60
		100

Análisis urbano:

ENCUESTA DIRIGIDA HABITANTES MUNICIPIO DE BOYACA EN EL CASCO URBANO, PARA DETERMINAR LA RECOLECCION Y DISPOSICION DE DESECHOS SOLIDOS

I. Caracterización de la Muestra

Nivel educativo del jefe del Hogar

Ninguno	Primaria	Bachillerato	Técnico	Profesional	Posgrado
TOTAL					

5	40	35	15	10	0	100
---	----	----	----	----	---	-----

Sexo del jefe del Hogar

Masculino Femenino

50	50
----	----

91

1 PER 2 PER 3 PER 4 PER 5 PER

0	5	35	35	25	100
---	---	----	----	----	-----

II. Conocimiento acerca de residuos sólidos y reciclaje

1. Sabe que son residuos sólidos?

SI NO

65	35	100
----	----	-----

2. Conoce la diferencia entre residuo sólido aprovechable y no aprovechable?

SI NO

50	50	100
----	----	-----

3. Conoce la diferencia entre residuo sólido orgánico, inorgánico, reciclable y no reciclable?

SI NO

50	50	100
----	----	-----

4. Conoce el impacto de la mala disposición de residuos para el medioambiente?

SI NO

85 15 100

III. Comportamientos Relativos al Reciclaje

5. Qué tipo de residuos genera o produce su hogar?

Restos de comida Restos de Frutas y verduras Cáscaras Madera Papel

Plástico Cartón Latas Vidrio

19 18 13 1 14 20 10 6 5

6 ¿Cuál es el tipo de desecho que su hogar genera en mayor proporción?

Restos de comida Restos de Frutas y verduras Cáscaras Madera Papel

Plástico Cartón Latas Vidrio

11 1 2 0 0 15 1 1 0

7. En qué tipo de recipiente o contenedor almacenan las basuras en su hogar?

Caneca Saco o costal Bolsas de basura Tanque de plástico

30 15 55 0 100

8. Realiza separación de estos residuos en diferentes recipientes según sus características

SI NO

70 30 100

9. Recicla o reutiliza sus residuos?

SI NO

25 75 100

10. Dónde dispone actualmente sus desechos?

Sitio de acopio Canecas comunales lote

60 15 25 100

11. Para Usted es importante darles un manejo adecuado a los residuos sólidos

SI NO PORQUE

85 15 100

12. Estaría dispuesto a separar y clasificar las basuras en su casa para un mejor aprovechamiento?

SI NO PORQUE

100 0 100

IV. Recolección de Residuos Sólidos Domiciliarios

13. En su sector reciben el servicio de recolección de basuras

SI NO Cual es el nombre

100 0 100

14. Qué tipo de vehículo hace la recolección de basuras

Camión recolector Vehículo de tracción animal Volqueta Ninguno

100 0 0 0 100

15. Cuando usted no recibe este servicio ¿cuál es la disposición que le da a sus basuras

Quema la basura La entierra La depositan en un botadero a cielo abierto siempre recibe el servicio

15 0 0 10 30 45 100

16. Está usted satisfecho con el servicio de recolección de basuras de su sector

SI NO PORQUE

85 15 100

17. Usted cree que son suficientes los contenedores dispuestos por la empresa de aseo o el municipio en su sector:

SI NO PORQUE

35 65 100

18. Cómo calificaría usted el servicio de recolección de basuras de que recibe actualmente

Bueno Regular Malo

70 15 15 100

V. Receptividad a la Capacitación en Aprovechamiento de Residuos Sólidos

19. Usted ha recibido algún tipo de capacitación para manejar adecuadamente los residuos

SI NO

30 70 100

20. Le gustaría recibir algún tipo de capacitación o charla sobre el manejo domiciliario de

basuras?

SI	NO	
85	15	100

21. Usted cree que es necesario un programa para aprovechar los residuos que se generan en el municipio?

Innecesario	necesario	muy necesario
45	55	100

ANÁLISIS RURAL POSTES

Encuesta dirigida a los habitantes municipio de Boyacá en el área rural, para conocer los potenciales compradores de postes. Se toman las preguntas de una tesis ya que son pertinentes para el trabajo. universidad de santo tomás y desarrollado por toro & porras (2018))

1. Utiliza postes en su predio?

SI	NO	TOTAL
18	2	20
90	10	100

2. ¿Con que frecuencia compran postes para su predio?

CADA 6 MESES	AL AÑO	A LOS 3 AÑOS	MAS DE 5 AÑOS
0	5	13	2
0	25		

3. ¿Actualmente qué tipo de postes utiliza en su predio?

CONCRETO	MADERA	PLASTICO
5	15	0
33,33333333	100	0

4. ¿Qué aspecto le parece más importante al adquirir postes?

PRECIO	DISEÑO	DURABILIDAD
12	0	8
60	0	40

5. Cuando realiza la compra o cambio de postes que cantidad compra?

20 a 45 46 a 70 70 a 100 100 a 150 más de 150

5 11 3 1 20

25 55 15 5 100

6. Cuanto dinero invierte en un poste?

menos de \$ 10000 de \$ 10000 a 20000 más de \$ 20000

17 3 20

85 15 100

7. ¿Realiza la compra de sus postes en el municipio de Boyacá?

SI NO

15 5 20

75 25 100

8. ¿Alguna vez ha comprado productos elaborados con plástico reciclado?

SI NO

16 4 20

80 20 100

9. ¿Qué tipo de producto fabricado con plástico reciclado ha comprado?

POSTES MANGUERA NINGUNO

1 15 4 20

5 75 80

10. ¿Estaría dispuesto a comprar postes elaborados con plástico reciclado?

SI NO

17 3 20

85 15 100

11. ¿En una escala de 0 a 5 que tan interesado está usted en adquirir postes elaborados con plástico reciclado? siendo 0 nada interesado, 1 poco interesado, 2-3 moderadamente interesado, 4 interesado y 5 muy interesado.

1 2 Y 3 4 5

2 13 3 2 20

10 65 15 10 100

12. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un poste de material reciclado?		
\$ 10.000	12.000 MÁS DE \$ 12.000	
13	7	20
65	35	100

Anexo C. Relación disposición final urbano

RELACION DISPOSICION FINAL PROYECTADO RURAL

UNIDADES DE VIVIENDA:				HABITANTES:							
UNIDADES DE VIVIENDA:				HABITANTES:							
UNIDADES DE VIVIENDA:				HABITANTES:							
SEMANAS 2018	TON / SEMANA			ESTON / SEMANA	ESTON / SEMANA			SEMANA			
SEMANAS 2018	TON / SEMANA			ESTON / SEMANA	ESTON / SEMANA			SEMANA			
SEMANAS 2018	TON / SEMANA			ESTON / SEMANA	ESTON / SEMANA			SEMANA			
1	1,9	0,25	0,41	1	1,35	0,67	1	1,9	1,6	1,08	
2	1,9	0,69	0,39	2	1,3	0,76	2	1,9	1,99	1,15	
3	1,8	0,38	0,44	3	1,2	0,98	3	1,8	1,58	1,42	
4	1,9	0,28	0,25	4	1,28	0,79	4	1,9	1,56	1,04	
TOTAL ENERO	7,5	1,6	1,49	TOTAL ENERO	5,13	3,2	TOTAL				
ENERO	7,5	6,73	4,69								
1	1,9	0,25	0,36	1	1,12	0,72	1	1,9	1,37	1,08	
2	2,1	0,99	0,38	2	1,1	0,68	2	2,1	2,09	1,06	
3	1,9	0,25	0,42	3	1,24	0,42	3	1,9	1,49	0,84	
4	1,2	0,31	0,44	4	1,31	0,77	4	1,2	1,62	1,21	
TOTAL FEBRERO	7,1	1,8	1,6	TOTAL FEBRERO	4,77	2,59	TOTAL				
FEBRERO	7,1	6,57	4,19								
1	2,1	0,64	0,42	1	1,22	0,93	1	2,1	1,86	1,35	
2	1,6	0,35	0,37	2	1,42	0,86	2	1,6	1,77	1,23	
3	2,1	0,29	0,54	3	1,35	0,78	3	2,1	1,64	1,32	
4	1,6	0,55	0,61	4	1,21	0,98	4	1,6	1,76	1,59	
TOTAL MARZO	7,4	1,83	1,94	TOTAL MARZO	5,2	3,55	TOTAL				
MARZO	7,4	7,03	5,49								
1	1,4	0,29	0,41	1	1,11	0,62	1	1,4	1,4	1,03	
2	1,7	0,31	0,65	2	1,32	0,89	2	1,7	1,63	1,54	
3	2,1	0,55	0,49	3	1,41	0,78	3	2,1	1,96	1,27	

4	1,9	0,68	0,33	4	1,1	0,65	4	1,9	1,78	0,98			
TOTAL ABRIL				7,1	1,83	1,88	TOTAL ABRIL				4,94	2,94	TOTAL
ABRIL				7,1	6,77	4,82							
1	1,5	0,56	0,44	1	1,21	0,92	1	1,5	1,77	1,36			
2	2,1	0,27	0,39	2	1,34	0,86	2	2,1	1,61	1,25			
3	1,9	0,49	0,64	3	1,35	0,88	3	1,9	1,84	1,52			
4	1,7	0,32	0,55	4	1,32	0,98	4	1,7	1,64	1,53			
TOTAL MAYO				7,2	1,64	2,02	TOTAL MAYO				5,22	3,64	TOTAL
MAYO				7,2	6,86	5,66							
1	1,7	0,61	0,56	1	1,32	0,78	1	1,7	1,93	1,34			
2	1,5	0,34	0,49	2	1,41	0,89	2	1,5	1,75	1,38			
3	1,6	0,32	0,36	3	1,5	0,69	3	1,6	1,82	1,05			
4	1,6	0,52	0,63	4	1,1	0,84	4	1,6	1,62	1,47			
TOTAL JUNIO				6,4	1,79	2,04	TOTAL JUNIO				5,33	3,2	TOTAL
JUNIO				6,4	7,12	5,24							
1	1,8	0,65	0,46	1	1,12	0,98	1	1,8	1,77	1,44			
2	2,1	0,71	0,41	2	1,31	0,79	2	2,1	2,02	1,2			
3	1,9	0,39	0,45	3	1,23	0,95	3	1,9	1,62	1,4			
4	1,6	0,21	0,61	4	1,21	0,58	4	1,6	1,42	1,19			
TOTAL JULIO				7,4	1,96	1,93	TOTAL JULIO				4,87	3,3	TOTAL
JULIO				7,4	6,83	5,23							
1	1,8	0,42	0,61	1	1,12	0,78	1	1,8	1,54	1,39			
2	1,8	0,35	0,42	2	1,35	0,89	2	1,8	1,7	1,31			
3	1,6	0,44	0,68	3	1,22	0,69	3	1,6	1,66	1,37			
4	1,5	0,67	0,37	4	1,34	0,96	4	1,5	2,01	1,33			
TOTAL AGOSTO				6,7	1,88	2,08	TOTAL AGOSTO				5,03	3,32	TOTAL
AGOSTO				6,7	6,91	5,4							
1	1,9	0,67	0,42	1	1,4	0,89	1	1,9	2,07	1,31			
2	2,1	0,58	0,38	2	1,23	0,76	2	2,1	1,81	1,14			
3	1,9	0,39	0,66	3	1,42	0,95	3	1,9	1,81	1,61			

4	1,5	0,42	0,47	4	1,1	0,67	4	1,5	1,52	1,14			
TOTAL SEPTIEMBRE				7,4	2,06	1,93	TOTAL SEPTIEMBRE				5,15		
3,27				TOTAL SEPTIEMBRE				7,4	7,21	5,2			
1	2,1	0,51	0,49	1	1,43	0,89	1	2,1	1,94	1,38			
2	1,7	0,38	0,45	2	1,1	0,64	2	1,7	1,48	1,09			
3	1,8	0,48	0,51	3	1,3	0,76	3	1,8	1,78	1,27			
4	2,2	0,53	0,49	4	1,27	0,96	4	2,2	1,8	1,45			
TOTAL OCTUBRE				7,8	1,9	1,94	TOTAL OCTUBRE				5,1	3,25	TOTAL
OCTUBRE				7,8	7	5,19							
1	1,7	0,61	0,53	1	1,43	0,98	1	1,7	2,04	1,51			
2	1,6	0,53	0,7	2	1,21	0,68	2	1,6	1,74	1,38			
3	2,3	0,43	0,41	3	1,51	0,82	3	2,3	1,94	1,23			
4	2,5	0,58	0,37	4	1,21	0,69	4	2,5	1,79	1,06			
TOTAL NOVIEMBRE				8,1	2,15	2,01	TOTAL NOVIEMBRE				5,36		
3,17				TOTAL NOVIEMBRE				8,1	7,51	5,18			
1	1,7	0,49	0,57	1	1,45	0,99	1	1,7	1,94	1,56			
2	1,9	0,61	0,63	2	1,21	0,69	2	1,9	1,82	1,32			
3	2,3	0,68	0,54	3	1,54	0,96	3	2,3	2,22	1,5			
4	2,4	0,77	0,71	4	1,27	0,89	4	2,4	2,04	1,6			
TOTAL DICIEMBRE				8,3	2,55	2,45	TOTAL DICIEMBRE				5,47		
3,53				TOTAL DICIEMBRE				8,3	8,02	5,98			

DISPOSICION FINAL BOYACÀ-BOYACÀ -2019 PROYECTADO URBANO Y RURAL:

RELACION DE TONELADAS NO APROVECHABLE BOTADERO PIRGUA 2019 DATOS
SERVIMARQUEZ TON / MES

TON/AÑO

MUNICIPIO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO
	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
TOTAL						

