

**PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LAS
LLANTAS USADAS EN EL SECTOR DE MONTALLANTAS DE LAS
CARRERAS 30 Y 40 DEL MUNICIPIO DE TULUÁ**

**KIARA MARÍA UNAS PEREA
ANDRÉS FELIPE RODRÍGUEZ VALDERRAMA**

**UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TULUÁ VALLE DEL CAUCA**

2018

**PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LAS
LLANTAS USADAS EN EL SECTOR DE MONTALLANTAS DE LAS
CARRERAS 30 Y 40 DEL MUNICIPIO DE TULUÁ**

**KIARA MARÍA UNAS PEREA
ANDRÉS FELIPE RODRÍGUEZ VALDERRAMA**

**Propuesta de Trabajo de grado
Para optar al título de Ingenieros Ambientales**

**Directora
Ing. Angélica García Ramírez
Ingeniera Ambiental**

**UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
TULUÁ VALLE DEL CAUCA**

2018

Nota de aceptación:

Firma del presidente jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Tuluá, Valle del Cauca 08 de febrero de 2019

Dedicatoria:

“La satisfacción radica en el esfuerzo, no en el logro. El esfuerzo total es una victoria completa”

- Mahatma Gandhi.

Por ese motivo la dedicación de todos mis esfuerzos es principalmente para mis padres,

A mi madre Claudia Patricia Perea Doronsoro, por sus palabras de aliento en los momentos en los que sentí decaer y por su ayuda para la búsqueda de soluciones.

A mi padre, Luis Alfredo Unás Mosquera, por las revisiones de mi trabajo de grado en cada una de sus etapas para mejorar la redacción y sintetizar ideas.

A mi tía, Bany Perea Doronsoro, por su infinito apoyo y confianza a lo largo de este proceso y por sus palabras de aliento, tranquilidad y fortaleza.

A mi compañero, Andrés Felipe Rodríguez Valderrama, por su calma y claridad mental para solucionar cada problema y especialmente por querer ser parte de este largo proceso.

A ellos, agradezco infinitamente por sus esfuerzos durante la elaboración de mi trabajo de grado y de toda mi carrera.

Y por último y no menos importante, agradezco a Dios por darme la fortaleza para superar cada obstáculo que se presentó a lo largo de mi carrera y por permitirme estar rodeada de las personas que de una u otra manera aportaron para la culminación de mi carrera profesional.

- Kiara María Unas Perea

Le agradezco a mi tutora y docentes que siempre me guiaron por el camino correcto, por enseñarme a persistir y dar lo mejor en mí, por compartir su conocimiento y ayudarme a crecer como profesional.

Les agradezco a todas las personas que hicieron posible este trabajo de investigación, principalmente a mi madre por apoyarme y siempre estar incondicionalmente para mí, por persistir en que los sueños se hacen realidad con esfuerzo y dedicación, a mi novia por acompañarme en cada momento y brindarme su apoyo.

Le agradezco a toda mi familia y amigos por ser parte de este proceso y por siempre creer en mí, por alentarme en los momentos difíciles, y por compartir este logro conmigo.

- Andrés Felipe Rodríguez Valderrama

Agradecimientos:

A Dios, por permitirnos culminar una meta más en nuestros proyectos de vida, por llenarnos de fortaleza a lo largo de estos 5 años para finalizar esta gran etapa y por darnos la confianza en nosotros mismos para saber que esta será solo una de muchas metas cumplidas.

A nuestra directora Angélica García Ramírez, por aceptar guiarnos en este proceso, por su colaboración y apoyo para realizar el mejor trabajo posible.

A nuestras familias, por sus consejos, regaños y su apoyo tanto económico como moral, pero sobre todo incondicional, para lograr finalizar nuestras carreras.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	18
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
2. JUSTIFICACIÓN.....	33
3. OBJETIVOS.....	35
3.1. OBJETIVO GENERAL.....	35
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	35
4. MARCO REFERENCIAL.....	36
4.1. MARCO HISTÓRICO.....	36
4.2. MARCO TEÓRICO.....	38
4.2.1. Partes que conforman un neumático.....	39
4.2.2. Composición de los neumáticos.....	40
4.2.3. Metodologías de manejo de llantas usadas.....	41
4.2.4. Aprovechamiento y Disposición final de llantas usadas en Colombia..	42
4.3. MARCO CONCEPTUAL.....	49
4.4. ESTADO DEL ARTE.....	51
4.5. MARCO LEGAL.....	54
5. METODOLOGÍA.....	59
5.1. PRIMERA FASE: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	59
5.1.1. Evaluación de aspectos e impactos ambientales.....	59
5.1.2. Encuestas de percepción.....	63
5.2. SEGUNDA FASE: ALTERNATIVAS DE MANEJO DE LAS LLANTAS USADAS.....	65
5.2.1. Evaluación de las alternativas.....	65
5.3. TERCERA FASE: MEJOR ALTERNATIVA.....	69
6. RESULTADOS.....	70
6.1. OBJETIVO 1: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.....	70
6.1.1. Evaluación de aspectos e impactos ambientales.....	75
6.1.2. Encuestas de percepción.....	79

6.2. OBJETIVO 2: ALTERNATIVAS DE MANEJO DE LAS LLANTAS USADAS.....	91
6.2.1. Compilado de alternativas del uso de llantas realizadas por las diferentes entidades en el municipio de Tuluá.	91
6.2.2. Compilado de alternativas llantas usadas de búsqueda bibliográfica.	95
6.2.3. Adopta un parque.....	103
6.2.4. Evaluación de las alternativas.	108
6.3. OBJETIVO 3: ELECCIÓN DE MEJOR ALTERNATIVA.....	112
6.3.1. Ruta selectiva.....	112
6.3.2. Trituración.	113
6.3.3. Mejor alternativa.....	119
7. CONCLUSIONES.	121
8. RECOMENDACIONES.....	123
REFERENCIAS	125
ANEXOS	128

LISTA DE IMÁGENES

Imagen 1. Longitud y ubicación de Carreras 30 y 40.	26
Imagen 2. Llantas mal dispuestas en la Carrera 30 con Calle 21.....	27
Imagen 3. Llantas nuevas, local “TODO AUTOS” en la Carrera 30.	27
Imagen 4. Llantas nuevas local” LLANTAS DRT” Carrera 30.	28
Imagen 5. Llantas usadas, apiladas a las afueras de un establecimiento en la Carrera 40.	28
Imagen 6. Llantas apiladas en la Carrera 40.....	29
Imagen 7. Llantas apiladas a las afueras de una vulcanizadora en la Carrera 40.	29
Imagen 8. Llantas abandonadas en separadores viales sobre la Carrera 30.	30
Imagen 9. Imágenes jornada de recolección de residuos posconsumo.	31
Imagen 10. Adecuación del Parque el Popular.	32
Imagen 11. Adecuación del parque Farfán Asoagrin.	32
Imagen 12. Estructura de los neumáticos.	39
Imagen 13. Montallantas Carreras 30 y 40.	71
Imagen 14. Antejardín Carrera 40.....	76
Imagen 15. Vehículos a ser reparados	77
Imagen 16. Venta de llantas Carrera 30.	78
Imagen 17. Transversal 12 con calle 22.	103
Imagen 18. Transversal 12 con calle 21.	104
Imagen 19. Transversal 12 con calle 19.	104
Imagen 20. Vaya informativa Veolia.	105
Imagen 21. Parque Popular.	105
Imagen 22. Parque Popular.	106
Imagen 23. Lago Chilicote.	106
Imagen 24. Calle 19 con carrera 21.....	107
Imagen 25. Calle 19 con carrera 21.....	107
Imagen 26. Destalonadora.....	115
Imagen 27. Molino triturador.	116
Imagen 28. Molino pulverizador.....	116

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Parque automotor Tuluá 2011-2014.....	22
Tabla 2. Parque automotor Tuluá 2018.....	23
Tabla 3. Composición de los neumáticos.....	40
Tabla 4. Aprovechamiento de llantas usadas para la fabricación de pisos decorativos.	51
Tabla 5. Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá.	52
Tabla 6. Métodos De Reutilización De Llantas Usadas; Selección Y Elaboración De Nuevos Productos.....	53
Tabla 7. Marco legal.	54
Tabla 8. Peligrosidad.	61
Tabla 9. Área influencia.	61
Tabla 10. Componente ambiental afectado.....	61
Tabla 11. Frecuencia (f).....	62
Tabla 12. Probabilidad (P).	62
Tabla 13. Legislación Ambiental (L).....	62
Tabla 14. Significancia.....	63
Tabla 15. Efectos sobre la salud.....	66
Tabla 16. Efecto sobre el ambiente.	66
Tabla 17. Facilidad funcionamiento técnico.	67
Tabla 18. Viabilidad económica.	67
Tabla 19. Impacto social.	68
Tabla 20. Matriz de identificación de aspectos e impactos ambientales.....	75
Tabla 21. Corporación Autónoma Regional Del Valle Del Cauca.....	91
Tabla 22. Corporación Autónoma Regional Del Valle Del Cauca.....	92
Tabla 23. Secretaria De Asistencia Agropecuaria Y Medio Ambiente.	92
Tabla 24. Secretaria De Asistencia Agropecuaria Y Medio Ambiente.	93
Tabla 25. Policía Ambiental.	93
Tabla 26. Veolia.....	94
Tabla 27. RuedaVerde.....	94
Tabla 28. Asociación Nacional de Empresarios De Colombia.....	95
Tabla 29 Alternativa 1.....	95
Tabla 30. Alternativa 2.....	96
Tabla 31. Alternativa 3.....	97
Tabla 32. Alternativa 4.....	97
Tabla 33. Alternativa 5.....	98
Tabla 34. Alternativa 6.....	98

Tabla 35. Alternativa 7.....	99
Tabla 36. Alternativa 8.....	99
Tabla 37. Alternativa 9.....	100
Tabla 38. Alternativa 10.....	100
Tabla 39. Alternativa 11.....	101
Tabla 40. Alternativa 12.....	101
Tabla 41. Alternativa 13.....	102
Tabla 42. Alternativa 14.....	102
Tabla 43. Alternativa 15.....	102
Tabla 44. Evaluación de las Alternativas.	108
Tabla 45. Valor de activos fijos de la alternativa de ruta selectiva.....	112
Tabla 46. Proyección ruta selectiva.	113
Tabla 47. Proyección valor de servicios para alternativa de ruta selectiva.	113
Tabla 48. Flujo De Material alternativa de trituración.	114
Tabla 49. Ingresos Por Neumático alternativa de trituración.	114
Tabla 50. Ingresos estimados alternativa de trituración.	114
Tabla 51. Salario de empleados alternativa de trituración.....	117
Tabla 52. Costos de servicios y vigilancia alternativa de trituración.	117
Tabla 53. Ingresos y egresos alternativa de trituración.	118
Tabla 54. Inversión y flujo de efectivo alternativa de trituración.	118

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Cantidad de llantas nuevas, de segunda y apiladas en la Carrera 40...	73
Gráfico 2. Cantidad de llantas vendidas, de segunda y apiladas en la Carrera 30	74
Gráfico 3. Total de impactos en la Carrera 40.....	76
Gráfico 4. Total de impactos en la Carrera 30.....	78
Gráfico 5. ¿Qué tipo de vehículo tiene?.....	79
Gráfico 6. ¿Cuántos vehículos tiene en su casa?.....	80
Gráfico 7. ¿Cada cuánto realiza cambio de sus llantas?.....	80
Gráfico 8. ¿Conoce puntos de recolección de las llantas?.....	81
Gráfico 9. ¿Conoce algún tipo de aprovechamiento para las llantas?.....	81
Gráfico 10 ¿Ha participado en campañas de información pública para la adecuada disposición de llantas usadas?.....	82
Gráfico 11. ¿Conoce las prohibiciones de ley para la disposición de llantas usadas?.....	82
Gráfico 12. ¿Conoce las sanciones dadas por la ley respecto a la disposición final de llantas usadas?.....	83
Gráfico 13. ¿Conoce los problemas ambientales generados por el mal manejo de las llantas usadas?.....	83
Gráfico 14. ¿Hace usted algún tipo de recomendación sobre la disposición final de llantas a los usuarios?.....	84
Gráfico 15. ¿Conoce y hace parte del sistema de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas?.....	85
Gráfico 16. ¿Cuenta con algún tipo de licencia ambiental para su funcionamiento?.....	85
Gráfico 17. ¿Cómo es el manejo que usted le da a la devolución de llantas usadas por parte de cada uno de sus clientes?.....	86
Gráfico 18.¿Qué tipo de aprovechamiento y/o valoración realiza para el manejo de llantas usadas?.....	86
Gráfico 19.¿Como es el control que usted realiza para la recepción de llantas usadas recibidas por parte del consumidor?.....	87
Gráfico 20.¿Realiza algún tipo de inventario del material recibido, teniendo en cuenta (Peso, Rin, Tipo de llanta)?.....	87
Gráfico 21. ¿Ustedes hacen campañas para informar al consumidor acerca de los diferentes puntos de recolección de llantas usadas para promocionar su disposición final?.....	88
Gráfico 22. ¿Cuentan con un espacio dentro de sus instalaciones para la ubicación de los puntos de recolección de llantas usadas por parte de los consumidores?..	88
Gráfico 23. ¿Han presentado algun tipo de emergencia con relación a las llantas usada?.....	89

Gráfico 24. En caso de presentarse una emergencia, ¿cómo la atenderían?89

Gráfico 25. ¿Efectúan campañas de información pública que se requieran para lograr la divulgación de los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas?90

Gráfico 26. ¿Conoce usted las prohibiciones en materia legal y normativa de llantas usada?90

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Ficha de Conteo	128
Anexo B: Encuesta Distribuidores.....	129
Anexo C: Encuesta Productor.....	130
Anexo D: Encuesta Consumidor	131
Anexo E: Notificación de normatividad.....	132

GLOSARIO.

APROVECHAMIENTO Y/O VALORIZACIÓN: es el proceso de recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos o desechos peligrosos, por medio de la recuperación, el reciclado o la regeneración.¹

DISPOSICIÓN FINAL: es el proceso de aislar y confinar los residuos o desechos peligrosos, en especial los no aprovechables, en lugares especialmente seleccionados, diseñados y debidamente autorizados, para evitar la contaminación y los daños o riesgos a la salud humana y al ambiente.²

EPOC: la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, es una enfermedad crónica inflamatoria de los pulmones, cuya causa es la exposición prolongada a irritantes que lesionan los pulmones y obstruyen el flujo de aire desde los mismos. Los síntomas incluyen dificultad para respirar, tos, producción de mucosidad (esputo) y silbido al respirar.

GCR: el granulo de caucho reciclado, es un compuesto elastómero proveniente de pasar los neumáticos fuera de uso por un proceso de trituración, el cual supe algunas necesidades dentro del sector industrial, deportivo, decorativo, animal y urbano debido a que se amolda a un sin fin de aplicaciones.

GENERADOR: cualquier persona cuya actividad produzca residuos o desechos peligrosos. Si la persona es desconocida será la persona que está en posesión de estos residuos. El fabricante o importador de un producto o sustancia química con propiedad peligrosa, para los efectos del presente decreto se equipará a un generador, en cuanto a la responsabilidad por el manejo de los embalajes y residuos del producto o sustancia.³

GESTIÓN INTEGRAL: conjunto articulado e interrelacionado de acciones de política, normativas, operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de evaluación, seguimiento y monitoreo desde la prevención de la generación hasta la disposición final de los residuos o desechos peligrosos, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.⁴

MANEJO INTEGRAL: es la adopción de todas las medidas necesarias en las actividades de prevención, reducción y separación en la fuente, acopio, almacenamiento, transporte, aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final, importación y exportación de residuos o desechos peligrosos, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para proteger la

¹ Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, Decreto 4741 del 2015, artículo 3, tomado el 27/03/2018, disponible en línea: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2013/ley_1672_2013.pdf

² Ibíd.

³ Ibíd.

⁴ Ibíd

salud humana y el ambiente contra los efectos nocivos temporales y/o permanentes que puedan derivarse de tales residuos o desechos.⁵

NFU: son aquellos neumáticos que se han convertido en residuos, es decir, que su poseedor haya desechado o tenga la intención u obligación de desechar.

PCB: son compuestos orgánicos clorados, de origen sintético, líquidos aceitosos resinosos o sólidos, de color amarillo pálido, con leve olor a hidrocarburo. Poseen excelentes propiedades aislantes, larga vida útil y no son inflamables. Son compuestos que presentan un riesgo en el ambiente, debido a su persistencia, desplazamiento a grandes distancias, biomagnificación y toxicidad.

PGIRS: es el instrumento de planificación en materia de residuos sólidos, que puede ser adoptado a escala Municipal o Regional y que varía según las características del territorio a implementar.

PUNTOS CRÍTICOS: son aquellos lugares donde se acumulan residuos sólidos, generando afectación y deterioro sanitario que conlleva la afectación de la limpieza del área, por la generación de malos olores, focos de propagación de vectores, y enfermedades, entre otros.⁶

RESIDUO O DESECHO: es cualquier objeto, material, sustancia, elemento o producto que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o de pósitos, cuyo generador descarta, rechaza o entrega porque sus propiedades no permiten usarlo nuevamente en la actividad que lo generó o porque la legislación o la normatividad vigente así lo estipula.

RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE RESIDUOS APROVECHABLES: son las actividades que realiza la persona prestadora del servicio público de aseo consistente en recoger y transportar los residuos aprovechables hasta las estaciones de clasificación y aprovechamiento.⁷

RESIDUO SÓLIDO APROVECHABLE: es cualquier material, objeto, sustancia o elemento sólido que no tiene valor de uso para quien lo genere, pero que es susceptible de aprovechamiento para su reincorporación a un proceso productivo.⁸

RESIDUO SÓLIDO ESPECIAL: es todo residuo sólido que, por su naturaleza, composición, tamaño, volumen y peso, necesidades de transporte, condiciones de almacenaje y compactación, no puede ser recolectado, manejado, tratado o dispuesto normalmente por la persona prestadora del servicio público de aseo. El precio del servicio de recolección, transporte y disposición de los mismos será pactado libremente entre la persona prestadora y el usuario, sin perjuicio de los que sean objeto de regulación del Sistema de Gestión Posconsumo.⁹

TRATAMIENTO: es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos o desechos peligrosos, teniendo en cuenta el riesgo y grado de peligrosidad de los mismos, para

⁵ Ibíd.

⁶ Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, Decreto 2981 del 2013, artículo 2, tomado el 27/03/2018, disponible en línea: http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2013/ley_1672_2013.pdf

⁷ Ibíd.

⁸ Ibíd.

⁹ Ibíd.

incrementar sus posibilidades de aprovechamiento y/o valorización o para minimizar los riesgos para la salud humana y el ambiente.¹⁰

¹⁰ Ministerio de vivienda, ciudad y territorio, Decreto 4741 del 2015, artículo 3, tomado el 27/03/2018, disponible en línea:
http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/leyes/2013/ley_1672_2013.pdf

RESUMEN.

La presente investigación hace una recopilación de información sobre las alternativas de aprovechamiento y disposición de las llantas que han culminado su vida útil, en el municipio de Tuluá, para el posterior planteamiento de alternativas que se adapten al perfil económico, social y técnico del municipio, teniendo como base el levantamiento de información primaria en los establecimientos donde se realiza la actividad de mantenimiento de automóviles y las entidades y autoridades ambientales, como la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) y la Secretaria de Asistencia Agropecuaria y Medio Ambiente (SEDAMA), que en el municipio le hacen frente a esta problemática, con jornadas de recolección de estos residuos especiales y su posterior aprovechamiento en actividades como el reciclaje de estas llantas para la construcción de muebles y materas que sirvan para la creación de parques en los diferentes sectores del municipio de Tuluá. De esta manera, la recopilación de esta información sirve como base para el Plan de Gestión de Residuos Sólidos del municipio, el cual no cuenta con información del estado actual sobre estos residuos.

Palabras claves: Aprovechamiento y disposición de llantas usadas, PGIRS, Llanta fuera de uso, Residuos especiales, Ciclo de vida, Posconsumo.

INTRODUCCIÓN.

La presente investigación se refiere al tema de posconsumo de llantas usadas, que se puede definir como las alternativas ambientales que se manejan para darle un aprovechamiento ideal a estos materiales después de culminado su ciclo de vida. La característica principal de este tipo de aprovechamiento es ser una estrategia ambiental a largo plazo, orientada a que los residuos que se generan diariamente, en este caso las llantas, sean separadas desde la fuente de los demás residuos debido a que estos son considerados como residuos especiales, que como su nombre lo indica deben recibir un trato especial para evitar daños ambientales por su inadecuado manejo, promoviendo su reciclaje, recuperación o incorporación a nuevos procesos como materia prima.

Para analizar esta problemática es necesario analizar sus causas. Una de ellas es el peligro que genera cuando se manipula de manera errónea para obtener beneficio como su poder calorífico, esta quema a cielo abierto acarrea consigo la contaminación del lugar en donde se esté efectuando la quema de este material, ya sea una fuente hídrica o el suelo y por ende la atmósfera a su alrededor.

La investigación de esta problemática ambiental, se realizó por el interés de contribuir con el Plan de Gestión de Residuos Sólidos del municipio de Tuluá PGIRS, decreto 280-018-1430 de 2015, el cual, no cuenta con información sobre el manejo que se les da a estos residuos posconsumo. Esto permitió identificar que no se lleva un registro de los establecimientos en donde se genera este material, pero las autoridades ambientales como CVC y SEDAMA en compañía con Veolia, CentroAguas, Policía Ambiental y Rueda verde, mediante campañas ocasionales de recolección, están llevando a cabo estrategias como la construcción de parques y creación de manualidades y artesanías para mitigar el impacto que generan las llantas al estar en las calles o almacenadas de manera inadecuada.

Por otra parte, establecer qué alternativa es la que mejor encaja con el ámbito social y económico del municipio y que claramente sea viable ambientalmente para de esta manera y con la ayuda de esta investigación, se logre proponer una alternativa que contribuya a la mitigación y posible eliminación de este problema.

La investigación, en su primera fase se realizó con una serie de visitas y entrevistas a los establecimientos identificados ante cámara y comercio con el código CIIU 4220, comercio y reparaciones, con el fin de conocer la cantidad exacta de establecimientos que tuvieran contacto directo con este residuo, es decir a generadores, distribuidores y usuarios de las mismas, con esta información se realizó la evaluación de aspectos e Impactos Ambientales a los establecimientos. Al mismo tiempo, se realizó una recopilación exhaustiva de las alternativas que se estaban manejando en el municipio y a nivel nacional, para de la misma manera,

continuar a la fase dos, la cual constaba de una evaluación a las alternativas más relevantes encontradas en la búsqueda anterior. La cual, arrojaría las dos alternativas más viables para el municipio de Tuluá; y de esta manera, proceder a la fase tres, en donde a criterio de los investigadores y basándose en diferentes fuentes bibliográficas, se elige la alternativa que más encaja en el perfil socioeconómico del municipio.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Los vehículos han jugado un papel crucial en el desarrollo de civilizaciones a lo largo del tiempo, aunque su crecimiento exponencial es igual en países desarrollados como en países en vías de desarrollo. Para el año 2017 entraron al parque automotor 94 millones de vehículos, para ajustar una cifra mundial de 1350 millones de automóviles, los cuales deberían estar circulando por el planeta tierra¹¹.

La Organización Internacional de Constructores de Automóviles, OICA; la Asociación Latinoamericana de Distribuidores de Automotores; la Asociación Colombiana de Vehículos Automotores, Andemos, y la Asociación de fabricantes de automóviles de Europa, ACEA, hicieron un reporte sobre el índice de motorización que existe (vehículos por cada 1000 habitantes) en el año 2015 el cual es encabezado por Chile y Uruguay, que mostraron 16,5 autos / 1000 habitantes, segundo se encuentra Argentina con 14,8 autos / 1000 habitantes, tercero se encuentra Centro América excluyendo a México con 13,8 autos/ 1000 habitantes, cuarto se encuentra Brasil con 12,5 autos / 1000 habitantes; sin embargo Brasil ocupó el lugar del país con mayor número de ventas en el año 2015 con un número de 2.568.976 autos nuevos, el quinto lugar lo ocupa México con 11,2 autos / 1000 habitantes, en sexto lugar aparece Colombia con 5,9 autos / 1000 habitantes y con un número de 283.380 autos nuevos en el 2015¹².

“Hace 10 años, los colombianos compraban 100.000 vehículos nuevos y hoy la cifra es cercana a los 300.000. Esto indica que a medida en que la población va creciendo, la clase media se va desarrollando y el ingreso per cápita mejora. Las ventas de vehículos y el parque automotor van a seguir creciendo en Colombia en el mediano y largo plazo”, afirma García Basurto presidente de la Asociación Colombiana de Vehículos Automotores; debido al crecimiento automotor que se está llevando no solo en Colombia sino alrededor del mundo, se están causando problemas no solo derivados de las emisiones por la quema de combustibles fósiles, sino también, por el cumplimiento de la vida útil de los neumáticos que hacen parte de los automotores, los cuales se han convertido en una gran problemática ya que como son residuos especiales debe dárseles un manejo diferente al que se da a los residuos sólidos generados diariamente, como lo es la disposición final en los rellenos sanitarios o celdas de seguridad.

¹¹ ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE AUTOMOTORES (ANDEMOS). ¿Cuántos carros hay en el mundo?; 2017. Disponible en: <https://noticias.autocosmos.cl/2017/10/04/cuantos-autos-hay-en-el-mundo>.

¹²EL HERALDO. Colombia: sexta en ranking de vehículos por cada 1.000 habitantes. 29-02-2016. Disponible en: <https://www.elheraldo.co/economia/colombia-sexta-en-latinoamerica-en-ranking-de-vehiculos-por-cada-1000-habitantes-246046>.

En el año 2017, una publicación realizada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible menciona que en Colombia se genera cada año más de 5 millones de llantas usadas, lo que equivale a 100.000 toneladas de residuos de este tipo¹³. Esta cifra sigue en aumento, debido a la competitividad por el liderazgo de las ventas que se ha formado en el mercado, gracias a la introducción de nuevas tecnologías que están utilizando las empresas más importantes en la producción de llantas para obtener calidad por menor costo.

La frecuencia de cambio obedece a varias variables que se comportan diferente en cada automotor, como por ejemplo, la calidad de los materiales empleados en la elaboración de los neumáticos ya sean naturales o artificiales, los desplazamientos realizados diariamente o el estado de las vías por las cuales transite, sea cual sea las variables y como se comporten, la vida útil se va a cumplir y debe hacerse reposición en algún momento dejando como residuo a este tipo de material que debido a sus composiciones hay que darle un correcto manejo; según estudios realizados por Michelin, unas de las marcas de llantas más reconocidas a nivel mundial, la vida útil de una llanta es de 6 años y con buenos cuidados puede extenderse hasta máximo 10 años.¹⁴

Tuluá al estar ubicada sobre el costado occidente de la vía Panamericana en el sentido sur-norte, la cual sirve como ruta a todos los vehículos de carga pesada provenientes de los puertos, como lo es el marítimo de Buenaventura, o el puerto seco de Guadalajara de Buga¹⁵, hace que el tránsito de estos vehículos por la ciudad de Tuluá sea obligado, por tanto, la utilización de los montallantas de las dos vías más importantes y las cuales están cerca a la panamericana, hace que se desarrolle el sector económico encargado de la reparación y mantenimiento de este tipo de vehículos.

"Por la vía se prevé el tránsito diario de 6.744 vehículos livianos, 1.168 buses, 467 camiones de dos ejes, 467 camiones de 3 y 4 ejes y 234 camiones de 6 o más ejes."¹⁶, estos eran los datos de vehículos que se esperaba que transitaran por el peaje ubicado entre la vía Buga-Tuluá, a pesar de ser datos con un considerable

¹³MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Productores y comercializadores de llantas en el país deberán tener un Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas.2017. Disponible en : <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/3055-productores-y-comercializadores-de-llantas-en-el-pais-deberan-tener-un-sistema-de-recoleccion-selectiva-y-gestion-ambiental-de-llantas-usadas-minambiente> .

¹⁴MICHELIN. Sepa por qué las llantas Michelin son más resistentes que las otra. 2017. Disponible en: <http://www.michelin.com.ec/todo-sobre-autos/aprenda-y-comparta/todo-sobre-llantas/Sepa-por-que-las-llantas-michelin-son-mas-resistentes-que-las-otras.html>

¹⁵EL TIEMPO. Buga tiene listo el puerto seco. 26-sep-2001. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-662675>

¹⁶ EL TIEMPO. Nuevo peaje entre Buga y Tuluá. 01 de julio 1995. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-357781>.

número de años ya era una cifra alta en número de vehículos, que en parte pasaba cerca al municipio de Tuluá o que incluso llega a entrar.

Los montallantas que están ubicados sobre toda la Carrera 40 y la Carrera 30 de la ciudad de Tuluá, no solo atienden a los vehículos de carga pesada que tienen a Tuluá como paso rumbo a sus destinos, sino que también atienden a los autos de las personas que se encuentran viviendo en la ciudad, dejando como pregunta ¿Cuál es el manejo que se le está dando a las llantas de automóviles que cumplen su vida útil, en los montallantas de la ciudad de Tuluá?; al no existir estudios previos en el campo no se conoce cuál es su manejo.

El parque automotor en el municipio de Tuluá es grande a pesar de tener un área relativamente pequeña a comparación de otro tipo de ciudades, el área urbana oscila entre 11.11 Kilómetros cuadrados¹⁷, los cuales pueden ser recorridos en otro tipo de transporte más amigable con el medio, como la bicicleta. El inventario municipal de gases efecto invernadero municipio de Tuluá con el convenio 0.33 del 2014, presenta la siguiente tabla del parque automotor activo hasta la fecha de realización¹⁸

Tabla 1. Parque automotor Tuluá 2011-2014.

Clase de vehículo	Cantidad
Automóvil	7.381
Bus	181
Buseta	92
Camión	663
Camioneta	2.073
Campero	2.162
Microbús	292
Tractocamión	66
Volqueta	205
Motocicleta	39.875
Motocarro	76
Ambulancia	6
Mototriciclo	13
Cuatrimoto	72
Total	53.157

Fuente: Inventario municipal de gases efecto invernadero, municipio Tuluá, 2014.

Como era de esperarse en el municipio el parque automotor creció, no solo por el desarrollo de la economía de los habitantes, sino que también influyen factores externos como la compra y renovación del parque automotor de la administración

¹⁷ CÁMARA DE COMERCIO DE TULUÁ. Reseña histórica de Tuluá. 01-22-2016. Disponible en: http://camaratulua.org/area_influencia/tulua/.

¹⁸ MUNICIPIO TULUÁ. Inventario municipal de gases efecto invernadero. Pag. 9. Cuadro 7. 7.

del municipio de Tuluá¹⁹, también el desarrollo de nuevas industrias manufactureras entre otras. El parque automotor registrado hasta el día miércoles 16 de mayo del 2018 y cifras entregadas por la Secretaria de Tránsito y Transporte de Tuluá mediante una petición de información por la plataforma en la que disponen a realizar la entrega de la misma, llamada PQRS, son las siguientes

Tabla 2. Parque automotor Tuluá 2018.

TIPO	CANTIDAD
AUTOMÓVIL	12713
BUS	186
BUSETA	97
CAMIÓN	678
CAMIONETA	3760
CAMPERO	2274
MICROBÚS	341
TRACTOCAMIÓN	62
VOLQUETA	223
MOTOCICLETA	85975
MAQ. AGRÍCOLA	681
MAQ. INDUSTRIAL	94
BICICLETA	0
MOTOCARRO	226
TRACCIÓN ANIMAL	0
AMBULANCIA	6
MAQ. CONSTRUCCIÓN O MINERA	1
CICLOMOTOR	49
MOTO TRICICLO	14
NO IDENTIFICADO	0
CUATRIMOTO	91
VAN	1
CAMIONETA < 2 TONELADAS	76
REMOLQUE	0
SEMI REMOLQUE	11
TOTAL VEHÍCULOS	107559

Fuente: Consorcio de Servicios Integrados de Tránsito y Transporte de Tuluá Limitada.

¹⁹ Administración de Tuluá. Administración municipal fortalece su parque automotor. 4-26-2018. Disponible en: <https://www.tulua.gov.co/noticias/administracion-municipal-fortalece-su-parque-automotor/>.

El crecimiento de todo el parque automotor en el municipio de Tuluá, comprendido en el periodo de tiempo 2014-2018 fue del 202,34%, donde el crecimiento más alto se registró con un 215,61% en motocicletas, 181,38% en camionetas, 172,24% en automóviles. La tasa crecimiento anual del parque automotor registrado en Tuluá, es de 50,59% encontrándose muy por encima a las proyecciones de crecimiento realizadas por la BBVA Research, donde se esperaba una tasa de crecimiento del 5,1% anual en 2018²⁰, agravando esta situación para el municipio a la hora de aumentar los residuos de estos vehículos.

Tomando diferentes autores y haciendo la revisión del estado del arte se puede inferir que el tiempo de vida de las llantas oscila entre 3-6 años, para realizar el estimativo de producción de llantas en el municipio de Tuluá referente a los vehículos que tuvieron mayor crecimiento son las siguientes.

$$85975 \text{ motocicletas} \times \frac{2 \text{ llantas}}{\text{motocicletas}} \times \frac{4 \text{ años}}{1 \text{ llanta}} = 687800 \text{ llantas al cabo de 4 años}$$

$$3760 \text{ camionetas} \times \frac{4 \text{ llantas}}{\text{camionetas}} \times \frac{4 \text{ años}}{1 \text{ llanta}} = 60160 \text{ llantas al cabo de 4 años}$$

$$12713 \text{ automoviles} \times \frac{4 \text{ llantas}}{\text{automoviles}} \times \frac{4 \text{ años}}{1 \text{ llanta}} = 203408 \text{ llantas al cabo de 4 años}$$

Al darse un manejo inadecuado existen repercusiones sobre lo ambiental, sanitario y de salud en el lugar donde se estén realizando las disposiciones de estos residuos y sus alrededores. Las llantas por el material con el que son hechas, demoran más de 100 años en degradarse y traen consigo una gran problemática como se mencionó anteriormente ya que comúnmente estos residuos están siendo apilados en zonas públicas, trayendo consigo la proliferación de vectores por la acumulación de agua en ellas y la contaminación visual que se genera al ver las montañas de llantas en la mayoría de las veces sirviendo como aviso de los mismos establecimientos, también se almacenan en lugares cerrados como bodegas sin un plan de contingencia contra eventuales incendios. Igualmente estos residuos son apetecidos por algunas personas, en su mayoría habitantes de la calle y sectores económicos ilegales o informales, quienes las queman para aprovechar su alto poder calorífico, durabilidad del fuego, o principalmente para la extracción de metales de la misma, para su posterior comercialización; al ser quemadas las llantas generan un humo de tonalidad negro el cual contiene material particulado, gases nocivos para el medio como las dioxinas y furanos, los cuales pueden desencadenar en lluvia ácida y la alteración del equilibrio de la capa atmosférica, debido que los gases primarios emanados por la combustión de la llanta reaccionan con los

²⁰ PORTAFOLIO. Ventas de vehículos crecerán 5,1% en 2018 y 9,6% en 2019. 27-04-2018.

Disponible en: <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/ventas-de-vehiculos-en-colombia-en-2018-y-2019-515606>.

elementos del medio generando una mayor absorción de energía calorífica lo que es conocido como efecto invernadero y calentamiento global.

La concentración y cantidades de los elementos mencionados anteriormente en el aire dependen de la cantidad, el tipo de caucho quemado, la duración de la combustión y las condiciones ambientales²¹, igualmente la quema de estos desechos genera contaminación al suelo en donde se realiza esta práctica y la mayoría de veces también son contaminadas las fuentes hídricas, ya que quienes queman estos residuos buscan las orillas de los ríos para realizar esta actividad. “La afectación en la salud puede ir desde irritación en las vías respiratorias y de las mucosas expuestas (conjuntiva, boca y garganta), con reacciones que van desde la tos, el lagrimeo, el aumento de secreciones y la dificultad para respirar. Las personas susceptibles o con enfermedades pulmonares concomitantes (procesos asmáticos, EPOC y neumonías) pueden desarrollar complicaciones al entrar en contacto con el humo, lo mismo que los niños y los adultos mayores. Cuando el contacto con el humo es permanente, pueden presentarse alteraciones en la piel y en otros órganos, incluso digestivos”²²

El objeto de estudio de esta investigación es conocer la información de fuente primaria concerniente a la disposición final de los residuos especiales (neumáticos usados), de esta manera potencializar el uso y aprovechamiento del residuo a través de alternativas de gestión y transformación que son generados en los diferentes procesos productivos dentro del Municipio de Tuluá. Por tal motivo surge la necesidad de formular una propuesta que contribuya al manejo adecuado y disposición final de estos residuos, evaluar los conocimientos de cada uno de los actores que intervienen en el ciclo de vida de los mismos y enfocarse en las zonas ubicadas en las Carreras 30 y 40, del Municipio.

La formulación de alternativas nos permite conocer diferentes herramientas que se pueden implementar con el objetivo de disminuir los residuos especiales, darle un adecuado aprovechamiento, generar impactos sociales y ambientales favorables al entorno.

²¹EL TIEMPO. La quema de llantas, un peligro para la salud pulmonar. 6-11-2014. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14798935>

²² LONDOÑO Natalia. Trabajo escrito para la revista el tiempo. ¿Cómo afecta el humo de quema de llantas usadas al ser humano?; 2014.

Imagen 1. Longitud y ubicación de Carreras 30 y 40.



Fuente: Google Earth Pro, <https://www.google.com/maps/@4.0843954,-76.1988313,6228m/data=!3m1!1e3>

Al realizar un recorrido preliminar de inspección se logra observar, que la tendencia de los establecimientos en cuanto al uso y disposición de llantas es la del apilamiento y almacenamiento de las mismas, en algunos casos como se había mencionado anteriormente son utilizadas como aviso para que los usuarios identifiquen la ubicación del establecimiento, también se pudo encontrar que en algunos sectores las llantas son abandonadas en los separadores de las vías, las cuales son recogidas por habitantes de la calle para ser aprovechadas, como se muestra en la siguiente serie de imágenes.

Imagen 2.Llantas mal dispuestas en la Carrera 30 con Calle 21.



Fuente: Autores

Imagen 3.Llantas nuevas, local “TODO AUTOS” en la Carrera 30.



Fuente: Autores

Imagen 4. Llantas nuevas local "LLANTAS DRT" Carrera 30.



Fuente: Autores

Imagen 5. Llantas usadas, apiladas a las afueras de un establecimiento en la Carrera 40.



Fuente: Autores

Imagen 6. Llantas apiladas en la Carrera 40.



Fuente: Autores

Imagen 7. Llantas apiladas a las afueras de una vulcanizadora en la Carrera 40.



Fuente: Autores

Imagen 8. Llantas abandonadas en separadores viales sobre la Carrera 30.



Fuente: Autores

La problemática anteriormente evidenciada ha despertado en los Tuluéños, la Autoridad Ambiental y entidades como CentroAguas, Veolia, SEDAMA y la Policía Ambiental, la necesidad de velar por el bienestar del entorno; por este motivo desde el año 2016 se vienen realizando campañas de recolección de residuos posconsumo en donde se escogen uno o varios puntos en el municipio, para que la comunidad puede llevar estos residuos y así evitar que se dispongan de manera incorrecta. Las campañas realizadas se pueden apreciar en la siguiente serie de imágenes.

Imagen 9. Imágenes jornada de recolección de residuos posconsumo.



Fuente: Paola Andrea Holguín Ayala, Comunicadora Social CVC DAR Centro-Norte

Igualmente, la Secretaria de Asistencia Agropecuaria y de Medio Ambiente SEDAMA en conjunto con CentroAguas y Veolia desde el año 2017 vienen adelantando proyectos sociales con la adecuación de parques infantiles en diferentes puntos del municipio, para lo cual realizan materas y diferentes juegos infantiles para crear un espacio en donde la comunidad pueda recrearse y al mismo tiempo conocer la importancia del aprovechamiento de estos residuos, como lo muestran las siguientes imágenes.

Imagen 10. Adecuación del Parque el Popular.



Fuente: Francys Helen Velazco, funcionaria SEDAMA

Imagen 11. Adecuación del parque Farfán Asoagrin.



Fuente: Francys Helen Velazco, funcionaria SEDAMA.

2. JUSTIFICACIÓN.

La importancia de la formulación de un diagnóstico sobre el manejo de llantas usadas en el municipio de Tuluá, radica en que dentro de los lineamientos del PGIRS del municipio, plasmados en el decreto 280-018-1430 de 2015, se hace énfasis claramente, que no existe la caracterización de los residuos sólidos especiales ni la identificación de generadores puntuales²³ de los mismos; por tal motivo, este proyecto sería un gran avance para dar inicio a la realización de tres de los quince programas establecidos en el PGIRS, como lo son, el programa de recolección y transporte, programa de aprovechamiento y programa de gestión de residuos especiales.

De acuerdo a lo mencionado, esta investigación se convierte en una herramienta que se soporta en datos reales de manejo y disposición de estos residuos especiales, lo cual es fundamental para generar estrategias de aprovechamiento y disposición final de estos desechos, y de esta manera, impactar positivamente desde la perspectiva de lo técnico, y su consecuente valor en el factor socioeconómico del municipio.

El beneficio técnico, esta matizado en el aporte que esta investigación proporciona a la complementación y consolidación del PGIRS del municipio, lo que influye en el desarrollo de este; dada la trascendencia que el factor ambiental reclama en la cotidianeidad de las comunidades. Por otra parte, el beneficio socioeconómico se verá directamente reflejado en los dueños de los montallantas, los cuales con los distintos programas y actividades tendrán oportunidades de negocios, y sumado a ello, la generación de empleos directos e indirectos en el tema de aprovechamiento de estos residuos.

Por esta razón, se hace necesaria una investigación que muestre la realidad del estado de estos residuos especiales, ya que dichos residuos son un material de gran potencial para el reciclaje y el aprovechamiento, dado que en el caso de las llantas, estas son el único producto que puede ser reprocesado en su totalidad para obtener nuevas materias primas por estar compuestas de elementos como el caucho, acero, hierro y fibras; los cuales son susceptibles a ser reincorporados a nuevos procesos productivos, a ser transformados en artesanías útiles para adornar o amoblar viviendas por medio del reciclaje y también servir como materia prima para incursionar en nuevas tecnologías como la generación del asfalto modificado, con el fin de evitar que una vez cumplido su ciclo de vida útil, terminen apiladas en calles, parques y ríos generando contaminación tanto visual como al ambiente por la proliferaciones de vectores y la generación de gases nocivos al aire por los

²³ Alcaldía Municipal de Tuluá. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS). 2015. p137. p162.

posibles riesgos de incendios que puedan presentarse por su mal almacenamiento, los cuales se convierten directamente en problemas de salud pública.

Por tal motivo, el beneficio ambiental que acarrea este proyecto es el planteamiento de las mejores alternativas en cuanto al aprovechamiento y disposición final de neumáticos fuera de uso, ajustadas a las necesidades del Municipio, apuntando a la realización de la gestión necesaria para la reducción de todos los problemas subyacentes y ligados a la mala disposición de los mismos , además de los posibles beneficios los cuales pueden generarse en caso de una eventual ejecución de proyectos, tomando como base las alternativas planteadas en esta investigación, dando así, una gran disminución del porcentaje de las diferentes actividades ocasionadas por el hombre (quemados, disposición inadecuada, acumulación, entre otros), las cuales no son beneficiosas para el ambiente, para la salud y de esa manera se estaría contribuyendo a mejorar la visualización del paisaje y claramente, la calidad del aire del Municipio de Tuluá.

Frente a los planteamientos esbozados, se hace viable la consolidación de una solución integral al problema de la disposición final generada por el mal manejo de estos residuos especiales, lo que desemboca en la propuesta de alternativas de orden económico y ambiental, adaptables a las características económicas y culturales del municipio de Tuluá, teniendo en cuenta que el alcance de cada esfuerzo realizado es para proteger la salud pública y el medio ambiente, sin dejar de valorar la opción de elevar el nivel de calidad de vida.

3. OBJETIVOS.

3.1. OBJETIVO GENERAL.

Elaborar propuestas de aprovechamiento y disposición final de las llantas usadas en el sector de montallantas de las Carreras 30 y 40 del municipio de Tuluá.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Realizar el diagnóstico del manejo de las llantas usadas provenientes de talleres de reparación de llantas (monta llantas) en las Carreras 30 y 40 ubicadas en la zona urbana del municipio de Tuluá
- Realizar valoración de las alternativas de aprovechamiento y/o disposición final para obtener la más viable para el municipio
- Proponer la mejor alternativa para el manejo de las llantas usadas en el municipio de Tuluá

4. MARCO REFERENCIAL.

4.1. MARCO HISTÓRICO.

La rueda, quizá fue uno de los descubrimientos más revolucionarios a los cuales se ha tenido acceso desde la antigüedad, esta constaba de una forma circular lograda a partir de pedazos de madera pulidos, o pedazos de metal; con el transcurrir de los años a medida que las sociedades y civilizaciones evolucionaban, al igual esta lo hacía, a principios del siglo XIX fue cuando por primera vez se utilizó caucho natural para recubrir las formas circulares las cuales ya habían penetrado en otros inventos que facilitaban la vida cotidiana, pero, este recubrimiento no parecía una idea prometedora y que trascendiera en la historia por su desgaste al cual se sometía en poco tiempo²⁴. Hacia los años 1830-1839 Charles Goodyear, después de invertir largas jornadas de investigación con el propósito de convertir el caucho natural mediante aditivos en un compuesto estable a la temperatura, en 1839 en Massachusetts descubrió el principio de la vulcanización accidentalmente, está la logró mediante una mezcla de caucho, azufre y óxido metálico.²⁵

El descubrimiento de la estabilización del caucho fortaleció la industria la cual producía hule a partir de caucho, está a medida se fue tecnificando y perfilando hacia los modelos de llantas los cuales tenemos actualmente, empezando por automóviles pequeños los cuales en principio tenían llantas convencionales pero no resistían situaciones tan agrestes, en búsqueda de mejorar esta problemática en 1983 se introdujo al mercado llantas de tipo radial, la cual consta de una banda de rodamiento elástica, una cintura prácticamente inextensible y una estructura de arcos radialmente orientada.²⁶

El fortalecimiento de una industria como la de obtención de llantas a partir de caucho, en la actualidad es uno de los problemas ambientales a los cuales se afrontan todas las partes interesadas dentro del proceso; la problemática se empezó a evidenciar cuando las llantas perdieron de forma natural y por el uso diario su vida útil, dejando un residuo de características especiales y de un gran volumen. Una llanta usada de un camión ligero, tiene un peso alrededor de 9,5 kilogramos, la de un camión de carga pesada puede oscilar entre 16-30 kilogramos²⁷

²⁴ Reutilización de llantas usadas. portal web. Disponible en:
<https://reutilizaciondellantas.wordpress.com/2016/05/02/marco-referencial/>.

²⁵ CASTAÑO, Nelson. Ingeniero Químico. Historia del caucho. pág. 2-6.

²⁶ DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA. Laboratorio de tecnologías iv. Febrero 2005. Practica 1

²⁷ GOBIERNO MEXICANO. Llantas usadas diagnóstico de la situación actual en el distrito federal. 2002. Pag. 1

En principio las llantas fueron utilizadas como combustible alternativo para alimentar diversos procesos los cuales necesitaban de su capacidad calorífica, pero debido a los materiales los cuales la conforman, se han venido fortaleciendo políticas las cuales apunten al reciclado del 100% de sus materiales y no su incineración. Este residuo se ha venido utilizando desde la década de 1970 en diferentes tipos de aplicaciones: modificación de betunes para el sellado de fisuras de pavimentos, ligantes para tratamientos superficiales, riegos y membranas. Los estados de Florida, California y Arizona, en Estados Unidos, han empleado el polvo de neumáticos en cementos asfálticos con contenidos que varían de 5% a 30%, tanto en mezclas densas como porosas, especialmente en tratamientos superficiales ²⁸.

²⁸ TORRES OSPINA, Hermes Andrés. Valoración de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho. Escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito: trabajo de grado maestría en ingeniería civil. Bogotá-Colombia. 2014. Pag.41.

4.2. MARCO TEÓRICO.

Las llantas o neumáticos están diseñadas para resistir grandes impactos y tensiones sin sufrir daños, contienen caucho natural y sintético y cables metálicos de refuerzo, negro de humo, formado por partículas pequeñas de carbón que aumentan la resistencia a la tracción, torsión y desgaste, agentes químicos (azufre, óxidos de zinc, cadmio y aditivos) y aceites minerales²⁹. En la actualidad estos residuos son considerados como residuos especiales debido a que requieren medidas de prevención especiales durante la recogida, el almacenamiento, transporte, tratamiento y la disposición final, tanto dentro como fuera del lugar donde son generados ya que pueden presentar riesgos para la salud laboral y pública. En cuanto a los neumáticos fuera de uso (NFU), cabe resaltar que el aumento del parque automotor lleva consigo el incremento en la demanda de neumáticos, como consecuencia del desgaste por rozamiento que sufren los materiales que los componen. Los neumáticos son residuos importantes en cuanto a volumen, especialmente en los países desarrollados donde frecuentemente terminan en los rellenos sanitarios o en las vías públicas.

El crecimiento actual del parque automotor del municipio de Tuluá es del 50,59%, siendo 9,91 veces más grande del esperado, generando así un promedio de 203480 NFU, al cabo de 4 años. Estos NFU están siendo apilados en establecimientos que ofrecen el servicio de montallantas para los habitantes del municipio y los viajeros que pasan por las Carreras 30 y 40, las cuales son el objeto de estudio de esta investigación o por el contrario están siendo abandonadas en calles y laderas de ríos donde la mayoría son manipuladas por habitantes de la calle para aprovechar su poder calorífico y la extracción de metales para su posterior comercialización, por último escenario, están siendo abandonadas para su lenta degradación. Por este motivo, hoy en día la legislación obliga a gestionarlos de manera separada, por lo cual se han creado empresas dedicadas únicamente a la recolección y tratamiento de estos residuos, en donde se aprovecha el caucho para luego ser empleado en asfaltos de carreteras, pistas de deporte, céspedes artificiales, suelas de goma, artesanías, entre otros.

Desde el punto de vista ambiental, según la médica Clara Inés Sandoval “Un neumático al aire libre va librando muy lentamente los contaminantes, como son los bifenilos policlorados (PCB), tóxicos muy peligrosos”³⁰; si estos residuos son quemados los compuestos que los componen como azufre, cloruros, alquitrán, entre otros producen en la combustión gases efecto invernadero como el dióxido de carbono y también generan monóxido de carbono el cual disminuye la capacidad de absorción de oxígeno en la sangre. Si, por otro lado, estos NFU son almacenados

²⁹ RAMOS, G., Alguacil, F. J., & LÓPEZ, F. A. (2011). Reciclado de neumáticos fuera de uso. Revisión tecnológica. Revista de Metalurgia. 47(3), 273-284.

³⁰ SANDOVAL, Clara Inés. ¿las llantas causan contaminación?; Diciembre 2015. Disponible en <http://greenarea.me/es/95341/las-llantas-causan-contaminacion/>

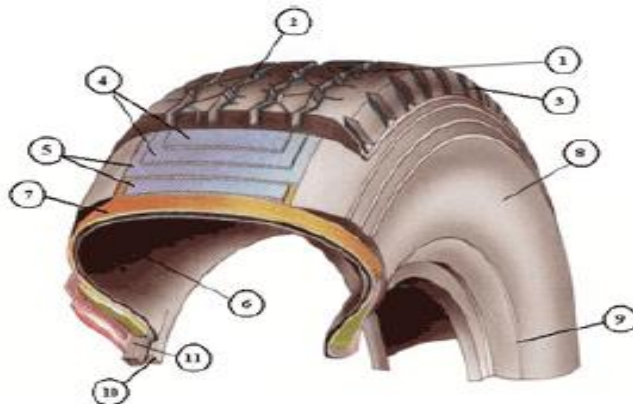
o apilados se corre el riesgo de convertirse en foco de vectores al combinarse con agua. Está demostrado que el humo de las llantas causa cáncer, enfermedades mutagénicas, asma, enfermedades bronquiales y pulmonares, contaminación visual del aire y los mantos freáticos.

4.2.1. Partes que conforman un neumático.

Los neumáticos se componen de diversos elementos que pueden ser obtenidos de forma natural o sintéticamente, esto varía según el fin con que se hayan diseñado y de su fabricante.

Los neumáticos se encuentran compuestos por caucho natural que es reforzado con estructuras metálicas para dar mejor soporte y así poder soportar las condiciones más agrestes, el neumático se encuentra sujeto a un rin el cual a su vez está sujeto a un eje sobre el que gira.

Imagen 12. Estructura de los neumáticos.



Fuente: Michelin, 2016

- **1. Banda de rodadura:** es aquella la cual se encuentra en contacto con la superficie por la cual este circulando
- **2. Ranura** de la banda de rodadura: Es aquella que da el espaciado entre dos nervaduras o tacos adyacentes
- **3. Flanco:** Parte del neumático ubicada entre la banda de rodadura y la zona diseñada para ser cubierta por la pestaña del neumático
- **4-5 Lona:** Capa diseñada para estabilizar el neumático, diseñada por cables recubiertos de caucho
- **6. Cables:** hilos que le dan las forma al tejido de la lona de los neumáticos

- **7. Carcasa:** designa la parte estructural del neumático distinta de la banda de rodadura y de las gomas del flanco exteriores que soporta la carga del neumático inflado
- **8. Ancho de sección:** Distancia lineal entre el exterior de los flancos del neumático inflado, cuando este se adapta a la llanta especificada de medición, sin tener en cuenta el relieve constituido por las inscripciones, o nervaduras de protección
- **9. Cinturón:** para un neumático de estructura radial o de estructura diagonal cinturada, designada una o más capas de materiales subyacentes a la banda de rodadura y orientadas sensiblemente en dirección de la línea media de esta última a fin de conferir a la carcasa una forma circunferencial
- **10. Talón:** elemento el cual con su forma y estructura le permiten adaptarse a la llanta y mantener el neumático en la misma
- **11. Tira de fijación del talón:** Designa el material que en la zona del talón protege la carcasa contra desgaste por la fricción o abrasión provocada por la llanta

4.2.2. Composición de los neumáticos.

Tabla 3. Composición de los neumáticos.

Material	Automóviles (%)	Camiones (%)
Caucho/elastómeros*	48	45
Negro de humo y sílice	22	22
Metal	15	25
Material textil	5	
Óxido de zinc	1	2
Azufre	1	1
Aditivos	8	

Fuente: Hylands y Shulman 2003

Las composiciones de los neumáticos, varían dependiendo del tipo de vehículo para los que fueron diseñados, es decir, si son diseñados para camiones o automóviles, esto se ve evidenciado en los diez puntos porcentuales en la cantidad de metal y la ausencia de material textil en los neumáticos de camión; esto se debe que los neumáticos de camión deben soportan cargas aún mayores que los automóviles.

Como se evidencia en el planteamiento del problema, la situación actual del municipio muestra que las alternativas utilizadas por los establecimientos sobre

las Carreras 30 y 40 son el almacenamiento o la venta de estos NFU, también se puede evidenciar que en la Carrera 30 la mayoría de los neumáticos que se encuentran exhibidos a las afueras de estos locales son neumáticos nuevos para la venta, pero en la Carrera 40, los neumáticos que se encuentran apilados en su mayoría son los que ya han cumplido su vida útil y pertenecen a llantas con rin superior a 22.5.

4.2.3. Metodologías de manejo de llantas usadas.

Como se evidencio anteriormente las llantas están conformadas por diferentes elementos que son susceptibles a reincorporarse nuevamente en diferentes ciclos productivos, o incluso servir como materiales de construcción tanto en obras civiles como hidráulicas, de esta manera son más los campos que día a día se abren para el manejo de llanta usadas a nivel mundial, los cuales van desde tratamientos físicos a tratamientos químicos.

Apilamiento.

Es el método usado históricamente en numerosos países industrializados y en vías de desarrollo. Sin embargo, como se ha mencionado, este procedimiento resulta peligroso en los lugares de clima cálido debido a la acumulación de agua en su interior, lo cual crea condiciones favorables para la proliferación de numerosos vectores perjudiciales para la salud de la población.

En caso de usar este método, se recomienda cubrir las llantas usadas para evitar el ingreso de agua o por lo menos agujerearlas para evitar su acumulación.³¹

Entierro.

La disposición final de llantas usadas enteras en rellenos sanitarios no parece ser un método apropiado por diferentes razones: son difíciles de compactar, tienden a subir a la superficie y ocupan demasiado volumen. En el caso de utilizar este procedimiento, se recomienda cortar las llantas antes de ser enterradas.³²

Reuso.

El reuso de las llantas usadas es posible mediante su reencauche. Reencauchar es el proceso por medio del cual el mismo armazón es aprovechado por lo menos dos veces. La banda de rodamiento vieja, desgastada, es eliminada mediante el raspado y sobre el armazón se coloca una banda nueva. Luego de la vulcanización, el neumático reencauchado deberá tener la misma duración que el nuevo.³³

³¹ CANTANHEDE, Álvaro. Estado del arte de manejo de llantas usadas en las Américas. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. Lima, diciembre 2002.

³² *Ibíd.*

³³ *Ibíd.*

Generación de energía.

En muchos países de América Latina y el Caribe las llantas usadas son utilizadas como fuente de energía en fábricas de ladrillo, cemento, entre otras, en hornos que generalmente no cuentan con la tecnología adecuada, razón por la que se generan problemas de contaminación ambiental debido a las emisiones tóxicas producto de una combustión incompleta y de la ausencia de los sistemas de lavado de gases y retención de material particulado.

El poder calorífico de fragmentos de neumático equivale al del aceite combustible y es de aproximadamente 40 MJ/kg. El poder calorífico de la madera es de 14 MJ/kg. En los EE.UU., casi un 30% del total de 275 millones de neumáticos desechados se queman en hornos, ya proyectados para optimizar esta quema. La tecnología desarrollada permite la quema de combustible sólido en el centro del horno. Las ventajas de alimentar un horno de cemento con residuos de neumáticos incluyen la posibilidad de usar el neumático entero, inclusive la tela de acero, que le añade hierro al cemento. En fábricas de celulosa y papel también pueden usarse neumáticos como combustible, pero el acero debe ser removido. El empleo de la tecnología adecuada permite la utilización de los neumáticos como combustible con niveles de emisión comparables a los de hornos convencionales. (CEMPRE, 1998).³⁴

4.2.4. Aprovechamiento y Disposición final de llantas usadas en Colombia.

En Colombia, el manejo de las llantas usadas que se tenía hace tan solo algunos años, era la disposición de estos residuos en el relleno sanitario, lo cual acarreaba problemas graves en el mismo, ya que las llantas por su volumen llenan rápidamente la capacidad del relleno además de que capturan gas y se comprimen lo que conlleva a que pasen a través de las arcillas utilizadas para tapar el relleno sanitario, además de esto en algunas ocasiones debido al gran contenido de petróleo de las llantas, estas producen el doble de calor y si se incendian, el fuego es difícil de controlar porque son propensas a desintegrarse con el calor y liberan aceites que avivan el fuego.

Con esta problemática el gobierno nacional y las diferentes entidades ambientales en su esfuerzo por mejorar la calidad de vida de los colombianos han propuesto una cantidad de leyes, resoluciones y decretos que comenzaron por prohibir que las llantas fueran llevadas a rellenos sanitarios y posteriormente obligar a que todos aquellos que tienen que ver con el ciclo de vida útil de las llantas desde su fabricación hasta su disposición final tuvieran la tarea de velar por su correcto manejo. Con este fin se creó la resolución 1326 de 2017 “Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas y se dictan otras disposiciones”. Este sistema incluye las llantas de vehículos (carros,

³⁴ Ibíd.

camiones, buses, camionetas, entre otros) con un rin menor o igual a 22.5. No se incluyen las llantas de motocicletas, bicicletas, vehículos fuera de carretera o de rin superior a 22.5.

Las llantas usadas no son consideradas en Colombia como un residuo peligroso, sin embargo, requieren ser devueltas a los productores para favorecer el reciclaje, aprovechamiento como agregado asfáltico o el reencauche, así como evitar que sean quemadas en espacios a cielo abierto y como combustible en actividades informales.

Para entregar las llantas usadas se debe tener en cuenta:

- Una vez las llantas deben ser reemplazadas, o tenga en su poder alguna que deba ser desechada, verifique dentro del listado de sistemas presentados y de acuerdo a la marca comercial o al proveedor de confianza, un establecimiento que disponga de un punto de recolección autorizado.
- Una vez en el sitio, haga entrega de la llanta usada o permita que un técnico, operario o empleado se la lleve, al sitio de almacenamiento ubicado al interior del establecimiento ³⁵

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible viene adelantando una estrategia dirigida a promover la gestión ambientalmente adecuada de los residuos posconsumo con el fin que sean sometidos a sistemas de gestión diferencial y evitar que la disposición final se realice de manera conjunta con los residuos de origen doméstico.

Dicha estrategia involucra, como elemento fundamental, el concepto de responsabilidad extendida del productor, en el cual los fabricantes e importadores de productos son responsables de establecer canales de devolución de residuos posconsumo, a través de los cuales los consumidores puedan devolver dichos productos cuando estos se convierten en residuos.

En desarrollo de lo anterior, el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, ha expedido regulación para los sectores de plaguicidas, medicamentos, baterías plomo ácido, pilas y/o acumuladores, llantas, bombillas y computadores y/o periféricos.

Así mismo, el Ministerio ha desarrollado estrategias voluntarias a través de alianzas y acuerdos de concertación establecidos con los fabricantes e importadores, para la recolección y gestión ambientalmente adecuada de celulares y equipos de refrigeración en desuso.

En el desarrollo de estas acciones los fabricantes e importadores han implementado Programas Posconsumo de Residuos. ³⁶

³⁵ MINAMBIENTE. Disponible en:

<http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/248-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-14#resoluci%C3%B3n>

³⁶ MINAMBIENTE. Disponible en:

<http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/28-plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana#boletines-posconsumo>

Entre estos programas se encuentra el más conocido a nivel nacional, el programa Rueda Verde, creado en por los miembros de la cámara de llantas de la ANDI (), dicha cámara es la agrupación de las principales compañías productoras y comercializadoras de llantas que operan en Colombia, las cuales comparten una alta reputación corporativa y reconocimiento a nivel mundial, creada en 2007.

La Cámara de Llantas está conformada por las compañías Bridgestone, Continental, Goodyear, Hankook, Michelin y Pirelli quienes representan más del 60% de las llantas comercializadas en Colombia. Dentro de la Cámara se desarrollan proyectos y actividades gremiales que buscan la solución a problemas comunes de sus afiliados, así como el desarrollo del sector.

Los miembros de la Cámara de Llantas comparten un compromiso con la satisfacción de sus clientes, consumidores, empleados y comunidad en Colombia, buscan contribuir con el crecimiento económico y social del país, generar empleo digno, competir bien y dentro de un marco regulatorio apropiado con un comportamiento ético y sostenible, asegurar calidad en sus productos, servicios y procesos con innovación y velar por la sostenibilidad ambiental del país.³⁷

Rueda Verde, es una entidad sin ánimo de lucro que desarrolla un sistema sostenible de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas, para prevenir y controlar la degradación del ambiente, de conformidad con la regulación colombiana vigente.

Tiene cobertura en 20 de los 32 departamentos de Colombia entre ellos el Valle del Cauca y cuentan con 237 puntos de recolección para que los usuarios dispongan de manera adecuada estos residuos y además de esto hacen presencia con diferentes jornadas de recolección de residuos posconsumo.³⁸

Según la Guía para el manejo de llantas usadas, creada por Cámara y Comercio de Bogotá en el año 2006, el aprovechamiento implica procesos de transformación que permiten fabricar productos similares o totalmente diferentes, tomando como materia prima las llantas usadas, entre los métodos utilizados están los siguientes:

4.2.4.1. Coprocesamiento.

El coprocesamiento de las llantas es un proceso de aprovechamiento que consiste en utilizar en los hornos cementeros el poder calorífico de la llanta para producir energía y en la incorporación del acero en el clinker obtenido, controlando debidamente las emisiones atmosféricas.

³⁷ ANDI. Disponible en: <http://www.andi.com.co/Home/Camara/31-comite-llantas>

³⁸ RUEDAVERDE. Disponible en: <https://www.ruedaverde.com.co/#quienessomos>

4.2.4.2. Trituración.

Consiste en reducir el tamaño de las llantas a través de diferentes técnicas con el fin de separar el caucho de elementos como el acero y los textiles. El caucho obtenido puede emplearse para la fabricación de nuevos productos y diversas aplicaciones civiles e industriales, como canchas de tenis sintéticas, tapetes, entre otros. Actualmente existen dos tipos de trituración empleadas a nivel piloto e industrial:

Trituración mecánica La trituración mecánica emplea cuchillas para desmenuzar las llantas; por lo general este tipo de trituración se realiza en cascada, es decir, se trituran paulatinamente las llantas hasta alcanzar el tamaño mínimo requerido y luego se emplean clasificadores neumáticos y magnéticos para separar el textil y el acero presentes. La mayor ventaja de este proceso es que se obtienen productos de buena calidad con un reducido número de etapas de proceso; adicionalmente no requiere de etapas de purificación ya que no se emplean sustancias ajenas a las llantas.

Trituración Criogénica La trituración criogénica consiste en congelar con nitrógeno líquido llantas enteras, las cuales son golpeadas para obtener el caucho en forma de polvo, con liberación de nitrógeno gaseoso. Este proceso tiene como ventaja el reducido tamaño de las partículas obtenidas, y como desventaja el hecho de que las partículas de acero y caucho se encuentran mezcladas; adicional a esto, requiere instalaciones con altos costos de inversión y mantenimiento, así como maquinaria altamente especializada.

4.2.4.3. Asfaltos modificados.

Uno de los mayores usos que actualmente se les está dando a las llantas usadas trituradas provenientes de procesos mecánicos o criogénicos es su adición al pavimento asfáltico tradicional. La incorporación del grano de caucho reciclado (GCR) en las mezclas asfálticas ha sido de buena aceptabilidad desde hace algunas décadas en muchos países por los buenos resultados en el desempeño de los pavimentos asfálticos y otras obras civiles. Existen tres maneras básicas de emplear las llantas trituradas libres de acero y textiles en asfaltos modificados:

Asfalto modificado convencional La fabricación de este tipo de asfalto consiste en mezclar el caucho con el tamaño de partícula apropiado junto con los demás agregados antes de adicionar el asfalto, y se conoce tradicionalmente como asfalto modificado por vía seca; en este proceso se puede incluir entre un 2-15% de caucho con respecto a los agregados.

Asfalto químicamente modificado consiste en mezclar el caucho directamente con el pavimento (ligante), con lo cual se consigue una mayor homogeneidad. La utilización del GCR, además de ayudar a solucionar la problemática ambiental generada por las llantas usadas, proporciona en sus compuestos caucho natural y cauchos sintéticos que le brindan al pavimento elasticidad y mayor resistencia a la

fatiga. Por otro lado, el negro de humo que estas contienen actúa como antioxidante en el ligante, atenuando su envejecimiento y por ende prolongando la capacidad cohesiva del mismo en el tiempo.

Relleno en la capa asfáltica junto con el “recebo”, es una aplicación ampliamente extendida ya que mejora las propiedades de flexibilidad de la capa al impedir agrietamiento prematuro por sobrepeso en las vías; de la misma manera, actúa como capa impermeable que impide la afectación de la humedad a la base por acción del agua.

4.2.4.4. Insonorizante en autopistas.

Otra aplicación importante y que se utiliza en los Estados Unidos de Norteamérica es el uso de llantas como sistemas insonorizantes en carreteras o autopistas que limitan con viviendas o complejos residenciales. Se ha demostrado que las llantas proveen un excelente aislamiento contra ruidos generados en carretera, y para su uso, se trituran y se empaquetan en láminas ya sea de polímeros reciclados o nuevos o láminas metálicas para instalar las barreras según la geometría y distribución requeridas.

Como ventaja principal, además de reducir las molestias a los residentes aledaños a las autopistas, está el que no se requiere un procesamiento mínimo ya que pueden emplearse llantas trituradas sin retirar el acero o la capa textil, lo cual supone una economía al momento de poner en práctica la opción.

4.2.4.5. Uso industrial.

Existen gran cantidad de productos que pueden ser fabricados a partir de llantas usadas; los productos elaborados en el ámbito industrial como antideslizantes, superficies de tráfico pesado y soportes requieren de una inversión moderada en equipos e instalaciones. A continuación, se describen algunos de ellos:

Fabricación de baldosas y pistas deportivas: esta es una opción muy atractiva dado que las baldosas de caucho y pistas deportivas proporcionan seguridad al ser empleadas en parques recreacionales y tienen una vida útil muy prolongada. Para su fabricación se parte del caucho triturado, el cual se pulveriza de acuerdo con la calidad requerida, se mezcla con otros polímeros como polietileno y pigmentos y se procesa de acuerdo con la técnica establecida. Vale la pena anotar que este tipo de superficies absorbe gran cantidad de radiación solar, razón por la cual es conveniente que las instalaciones estén acompañadas por cobertura vegetal abundante. Deben utilizarse llantas convencionales.

Fabricación de recubrimientos antideslizantes: para el proceso de aplicación de antideslizantes se emplea caucho pulverizado, el cual se emulsiona con otros compuestos y se aplica sobre el revés de la alfombra por medio de rodillos para dar uniformidad; luego se da una textura corrugada a la capa de caucho con el propósito

de aumentar la acción antideslizante, la cual finalmente es secada por medio de aire caliente en un horno o estufa diseñados para tal fin.

4.2.4.6. Uso artesanal.

Los productos artesanales pueden ser elaborados con una reducida inversión en instalaciones y equipos poco especializados. Entre los diferentes productos que se pueden obtener del aprovechamiento artesanal de una llanta se encuentran soportes para carrocería y maquinaria, protectores para llantas, materas, bebederos para ganado, suelas, tacones y tapas para calzado, y tiras de amarre, entre otros. Debido al tamaño de estos productos y a la resistencia que muchos de ellos exigen, las llantas que se usan más frecuentemente para su fabricación son las llantas de mayor tamaño, como las de camiones, buses y busetas. A continuación, se describen algunos de los productos mencionados anteriormente:

Bebederos: son fabricados a partir de la llanta entera, en especial la de camiones y buses debido a su mayor tamaño, las cuales son cortadas por la mitad, obteniéndose así dos bebederos por cada llanta. Estos son lijados y pintados para darles el acabado final; pueden emplearse llantas convencionales y radiales. Se destinan generalmente para bebederos de ganado o para adición de sal.

Materas: Se estima que de una llanta grande pueden obtenerse dos materas, por lo cual se aprovecha casi todo el residuo con una baja inversión en equipos, pues solo se requiere de cuchillos o cortadoras eléctricas, grapadoras y adhesivos.³⁹

Otras alternativas que podemos encontrar son:

- Pistas ecuestres
- Aplicaciones en ingeniería de vertederos
- Material de drenaje
- Extracción de biogás
- Protección del revestimiento impermeable
- Producción eléctrica
- Pirolisis
- Combustible de sustitución en cementeras
- Relleno de terraplenes
- Construcción de taludes
- Relleno de césped artificial
- Pantallas acústicas
- Suelas de calzados

³⁹ AMBIENTE DE BOGOTÁ. Guía para el manejo de llantas usadas. Primera edición. 2006. Disponible en: http://www.ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=ab80a611-f997-4864-bd6e-7aa0d8680067&groupId=10157

- Reductores de altura de olas
- Barreras de protección de circuitos
- Sistemas de protección en vías.

4.3. MARCO CONCEPTUAL.

Según la investigaciones realizadas por los autores de este proyecto, se conoce que en la actualidad la tendencia de tratar los residuos sólidos ha llevado a la creación de programas que le dan un tratamiento especial a estos residuos, como lo son los programas de posconsumo, el caso de las llantas usadas es especial ya que como se conoce es el único producto que puede ser reprocesado en su totalidad para obtener nuevas materias primas; pero a pesar de tener esta gran característica se ha encontrado que aunque su recuperación es exitosa, en la venta de las nuevas materias primas se han encontrado dificultades las cuales no permiten que el ciclo de vida útil de estos neumáticos fuera de uso, se cierre con éxito.

Para los autores las llantas usadas no deberían tener como alternativa la disposición final, puesto que esta actividad significa que con ese residuo que es dejado en un relleno sanitario o una celda de seguridad no se puede hacer nada más que esperar a que con el tiempo se degrade; debido a que como se ha venido conociendo en el desarrollo de este proyecto, son innumerables las alternativas que encontramos para darle un aprovechamiento a estos residuos especiales, que se adaptan a diferentes economías y necesidades.

Por este motivo, se cree necesario que una llanta debe ser parte de un programa o cadena de reciclaje de neumáticos, el cual comienza desde su fabricación y posterior venta hasta llegar al cambio de los mismos, este último paso es crucial debido a que el correcto mantenimiento de los vehículos genera neumáticos usados que aún pueden ser útiles de diversas formas, seguido de este proceso se encuentra la recolección de estos residuos, ya sea en los montallantas donde se realizan los cambios y reparaciones o la entrega por parte de los propietarios de los vehículos; esta recolección debe ser realizada por un gestor autorizado, una vez recogidos los neumáticos se procede a su clasificación que en primera instancia es una selección visual de los neumáticos que se encuentran en buen estado y son potencialmente aprovechables, de allí se realiza una segunda inspección más exhaustiva para clasificarlos en: neumáticos para venta de segunda mano (son los neumáticos que aún no han cumplido su vida útil y puede ser vendidos nuevamente para continuar su ciclo), neumáticos para reencauchado (son neumáticos que tiene un nivel de desgaste que les permite realizar una reparación en las bandas de rodadura de los mismos para ponerlos de nuevo en el mercado como neumáticos reciclados) y neumáticos fuera de uso (son neumáticos en mal estado que no pueden ser puestos de nuevo en circulación y son seleccionados para ser procesados), estos últimos son trasladados a una planta de procesamiento para posteriormente ser tratados ya sea por granulación para separar sus componentes o trituración para su posterior aprovechamiento.

Es decir que estos neumáticos que han terminado su vida útil pueden ser utilizados para su valoración energética, en obras civiles o mediante el reciclaje, siempre y cuando se tenga la colaboración desde las empresas fabricantes, vendedoras y los consumidores hasta el gobierno y las demás autoridades ambientales, para de esta manera, asegurar que este residuo sea parte de un ciclo de vida verde en donde no se desperdicien sus partes, sino que por el contrario se logre un aprovechamiento de la totalidad de estas llantas para posteriormente lograr ser parte de una economía circular, para no solamente aprovechar cada parte de estos residuos sino que desde su fabricación se utilicen productos que la hagan más amigables con el ambiente y disminuyan su huella de carbono mientras cumple su ciclo.

4.4. ESTADO DEL ARTE.

Tabla 4. Aprovechamiento de llantas usadas para la fabricación de pisos decorativos.

PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LAS LLANTAS USADAS EN EL SECTOR DE MONTALLANTAS DE LAS CARRERAS 30 Y 40 DEL MUNICIPIO DE TULUÁ
FICHA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE
TITULO DEL ESTUDIO: Aprovechamiento de llantas usadas para la fabricación de pisos decorativos
AUTOR: Laura Cardona Gómez y Luz María Sánchez Montoya
AÑO: 2011
INFORMACIÓN IMPORTANTE: Especialización en PML, Universidad de Medellín
NUMERO DE PAGINAS: 80 pag.
OBJETIVOS: El objetivo del proyecto es proponer un proceso que contenga las diferentes etapas necesarias para convertir las llantas usadas en pisos decorativos para espacios interiores como jardines escolares, gimnasios, colegios y oficinas
DESCRIPCIÓN: El presente proyecto consiste en una recopilación de información donde presentan los tipos de pisos y sus características de acuerdo al material que los compone haciendo énfasis en los pisos a base de caucho, hablan de las generalidades de las llantas y como es su mercado en Colombia, también nombran los procesos utilizados para el reciclaje de las llantas para finalmente seleccionar la opción de reciclaje mecánico como el más apto para la fabricación de la arena plástica la cual sirve para fabricar los pisos decorativos
RESULTADOS: las investigadoras realizaron una evaluación para determinar si el material resultante, es decir la arena plástica cumplía con los requerimientos planteados al inicio de su investigación, para esto realizaron una comparación de la arena plástica con la cerámica y madera, evaluando parámetros como; antideslizamiento, resistencia, durabilidad, higiene, elasticidad, atenuación de ruido, fácil limpieza y si era apto para exteriores. Los parámetros fueron evaluados en una escala de alto, medio, bajo y nulo; según esta evaluación se selecciona apta la arena plástica para la elaboración de pisos decorativos debido a que su calificación fue alta para cada uno de los parámetros evaluados.
CONCLUSIONES: En la investigación se llega a la conclusión de que el reciclaje por trituración mecánica es una de las mejores alternativas para el reciclaje de llantas y que su producto puede ser utilizado en diversas aplicaciones industriales y además de esto los pisos decorativos poseen características antideslizantes, resistencia a impactos y tránsito, durabilidad, higiénicos, elásticos y atenuantes de ruido.
https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/375/Aprovechamiento%20de%20llantas%20usadas%20para%20la%20fabricaci%C3%B3n%20de%20pisos%20decorativos.pdf?sequence=1

Fuente: Autores

Tabla 5. Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá.

PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LAS LLANTAS USADAS EN EL SECTOR DE MONTALLANTAS DE LAS CARRERAS 30 Y 40 DEL MUNICIPIO DE TULUÁ
FICHA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE
TITULO DEL ESTUDIO: Implementación del grano de caucho reciclado (GCR) proveniente de llantas usadas para mejorar las mezclas asfálticas y garantizar pavimentos sostenibles en Bogotá
AUTOR: César Mauricio Diaz Claros y Liliana Carolina Castro Celis
AÑO: 2017
INFORMACIÓN IMPORTANTE: Universidad Santo Tomás, Ingeniería Civil
NUMERO DE PAGINAS: 82 pag.
OBJETIVOS: Revisar el estado del arte sobre la implementación del Grano de Caucho Reciclado en las mezclas asfálticas.
DESCRIPCIÓN: Este proyecto adjunta investigaciones a nivel internacional en donde se demuestra que la implementación del GCR en los pavimentos es una alternativa para solución problemas de tipo mecánico y así mismo mitigar impactos ambientales generados por el mal manejo de las llantas fuera de uso, ya que se ha demostrado que estas modificaciones asfálticas son más durables. Esta investigación resume las ventajas y desventajas técnicas, económicas y ambientales que se obtienen al hacer uso del GCR para mejorar las mezclas asfálticas.
RESULTADOS: En el desarrollo de la investigación se tiene como resultados que la utilización de pavimentos con presencia de GCR tiene grandes ventajas como, mayor resistencia a los fenómenos de fatiga, la vida útil de la mezcla se duplica si se le añade 5% de GCR a la mezcla de asfalto, se obtiene un pavimentos menos espeso,, aumenta la resistencia al envejecimiento y al agrietamiento por bajas temperaturas, la mezcla con GCR es más flexible, tiene mayor resistencia a la humedad, disminuye el ruido de rodadura y por ultimo son mezclas más durables y por tanto no es necesario de tanto mantenimiento, pero también se encontraron desventajas como el incremento de la temperatura que es directamente proporcional al incremento de la viscosidad en el proceso de fabricación hace que sea más difícil construir la mezcla in situ y el alto costo que se requiere en maquinaria para hacer la mezcla y el almacenamiento de la misma.
CONCLUSIONES: Con el proyecto se llega a la conclusión de que la adición de GCR a mezclas asfálticas mejora considerablemente los comportamientos mecánicos de los pavimentos, sumado a esto se destaca que el beneficio económico es representativo si se piensa en la vida útil de los pavimentos, la sustitución de materiales los cuales se ven reflejados a largo plazo y por ultimo y como ya se mencionó el GCR mejora los problemas de ahuellamiento.
https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/2633/Diazcesar2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fuente: Autores

Tabla 6. Métodos De Reutilización De Llantas Usadas; Selección Y Elaboración De Nuevos Productos.

PROPUESTA DE APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LAS LLANTAS USADAS EN EL SECTOR DE MONTALLANTAS DE LAS CARRERAS 30 Y 40 DEL MUNICIPIO DE TULUÁ
FICHA REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE
TITULO DEL ESTUDIO: Métodos De Reutilización De Llantas Usadas: Selección Y Elaboración De Nuevos Productos
AUTOR: Natalia Alejandra Jaime Hidalgo
AÑO: 2017
INFORMACIÓN IMPORTANTE: Universidad Agustiniana, Administración de Empresas
NUMERO DE PAGINAS: 126 pag.
OBJETIVOS: Identificar productos en los cuales se pueda reutilizar el material de las llantas usadas, e identificar de estos cual es el que genera más rentabilidad en el mercado al desarrollarlo como negocio.
DESCRIPCIÓN: Este proyecto es una recopilación de un estudio sobre la forma en que se puede reutilizar las llantas usadas, en donde se analiza la fabricación de nuevos productos para posteriormente seleccionar el más rentable para un inversionista, para cumplir este propósito se estudió producto por producto a los cuales se les realizó un estudio de mercado, costos, inversión y competidores, para así encontrar un producto líder, innovador y de calidad.
RESULTADOS: los productos analizados fueron: pisos decorativos, suelas para zapatos, sillas artesanales, reductores de velocidad, bolsos; después de realizar un análisis detallado de cada uno de los productos se realizó un cuadro comparativo en donde se confrontaban todos los productos según sus características, inversión en maquinaria, costos y mercado potencial. Se llega a la decisión de que los pisos decorativos poseen particularidades y propiedades que los hacen llamativos para el mercado a la vez que solucionan un problema ambiental como lo es la mala disposición de las llantas fuera de uso.
CONCLUSIONES: Esta investigación demuestra que se puede solucionar una problemática creciente en el país, encontrando nuevos productos que sean rentables en el mercado colombiano lo que incurre en la generación de una mayor demanda en el consumo de la materia prima garantizando indirectamente que estos residuos sean apreciados y se dispongan de manera correcta para su posterior transformación.
http://repositorio.uniagustiniana.edu.co/bitstream/123456789/221/1/JaimeHidalgo-NataliaAlejandra-2018.pdf

Fuente: Autores

4.5. MARCO LEGAL

Tabla 7. Marco legal.

NORMATIVIDAD	DESCRIPCIÓN	ARTÍCULOS APLICABLES
Constitución Política De Colombia 1991	En ejercicio de su poder soberano, representado por sus delegatarios a la Asamblea Nacional Constituyente, invocando la protección de Dios, y con el fin de fortalecer la unidad de la Nación y asegurar a sus integrantes la vida, la convivencia, el trabajo, la justicia, la igualdad, el conocimiento, la libertad y la paz, dentro de un marco jurídico, democrático y participativo que garantice un orden político, económico y social justo, y comprometido a impulsar la integración de la comunidad latinoamericana, decreta, sanciona y promulga	CAPÍTULO 3 De los derechos colectivos y del ambiente. Artículo 79. Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo.
Ley 23 de 1973	Por la cual se conceden facultades extraordinarias al presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones.	Art. 1. Es objeto de la presente ley prevenir y controlar la contaminación del medio ambiente y buscar el mejoramiento, conservación y restauración de los recursos naturales renovables, para defender la salud y el bienestar de todos los habitantes del Territorio Nacional.

Ley 9 de 1979	Por la cual se dictan Medidas Sanitarias.	<p>TÍTULO I De la Protección del Medio Ambiente</p> <p>Artículo 1: Para la protección del Medio Ambiente la presente Ley establece:</p> <p>a) Las normas generales que servirán de base a las disposiciones y reglamentaciones necesarias para preservar, restaurar y mejorar las condiciones sanitarias en lo que se relaciona a la salud humana.</p> <p>b) Los procedimientos y las medidas que se deben adoptar para la regulación, legalización y control de los descargos de residuos y materiales que afectan o pueden afectar las condiciones sanitarias del Ambiente.</p> <p>Artículo 29º.- Cuando por la ubicación o el volumen de las basuras producidas, la entidad responsable del aseo no pueda efectuar la recolección, corresponderá a la persona o establecimiento productores su recolección, transporte y disposición final.</p> <p>Artículo 31º.- Quienes produzcan basuras con características especiales, en los términos que señale el Ministerio de Salud, serán responsables de su recolección, transporte y disposición final.</p>
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.	Toda la ley.
Ley 507 de 1999	Por la cual se modifica la Ley 388 de 1997.	<p>Parágrafo 6. El Proyecto de Plan de Ordenamiento Territorial (POT) se someterá a consideración de la Corporación Autónoma Regional o autoridad ambiental competente a efectos de que conjuntamente con el municipio y/o distrito concierten lo concerniente a los asuntos exclusivamente ambientales, dentro del ámbito de su competencia de acuerdo con lo dispuesto en la Ley 99 de 1993, para lo cual dispondrán, de treinta (30) días. Vencido el término anterior, se entiende concertado y aprobado el Proyecto del Plan de Ordenamiento por parte de las autoridades ambientales competentes y una vez surtida la consulta al Consejo Territorial de Planeación como se indica en el numeral 3 del artículo 24 de la Ley 388 de 1997, se continuará con la instancia de aprobación prevista en el artículo 25 de la misma ley. Lo dispuesto en este parágrafo es aplicable para las disposiciones contenidas en el</p>

		artículo 99 de la Ley 388 de 1997 y el Decreto 1753 de 1994 sobre licencias ambientales y planes de manejo ambiental.
Ley 1333 de 2009	Por el cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.	Toda la ley
Decreto 2811 de 1974	Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente.	<p>PARTE I. Definición y normas generales de política ambiental</p> <p>Artículo 8º.- Se consideran factores que deterioran el ambiente, entre otros:</p> <p>I.- La acumulación o disposición inadecuada de residuos, basuras, desechos y desperdicios;</p> <p>TÍTULO III. De los residuos, basuras, desechos y desperdicios</p> <p>Artículo 34º.- En el manejo de residuos, basuras, desechos y desperdicios, se observarán las siguientes reglas:</p> <p>a.- Se utilizarán los mejores métodos, de acuerdo con los avances de la ciencia y la tecnología, para la recolección, tratamiento, procesamiento o disposición final de residuos, basuras, desperdicios y, en general, de desechos de cualquier clase.</p> <p>Artículo 35º.- Se prohíbe descargar, sin autorización, los residuos, basuras y desperdicios, y en general, de desechos que deterioren los suelos o, causen daño o molestia al individuo o núcleos humanos.</p> <p>Artículo 38º.- Por razón del volumen o de la calidad de los residuos, las basuras, desechos o desperdicios, se podrá imponer a quien los produce la obligación que recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándole los medios para cada caso.</p>
Decreto 4741 de 2005	Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos y desechos peligrosos en el marco de la gestión integral.	<p>CAPITULO II Clasificación, caracterización, identificación y presentación y los residuos o desechos peligrosos</p> <p>CAPITULO VII De la importación, exportación y tránsito de residuos o desechos peligrosos</p>
Decreto 1077 de 2015	Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio	<p>CAPITULO 2. TRANSPORTE Y RECOLECCIÓN DE RESIDUOS APROVECHABLES Y NO APROVECHABLES El cual se aplica a las personas prestadoras de residuos aprovechables y no aprovechables, a los usuarios, a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, a la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico, a</p>

		las entidades territoriales y demás entidades con funciones sobre este servicio.
Decreto 1076 de 2015	Decreto único reglamentario del sector ambiente y desarrollo sostenible.	CAPÍTULO XIV.COMPARENDO AMBIENTAL: Artículo 2.2.5.14.1.2: Codificación de las infracciones. La codificación de infracciones sobre aseo, limpieza y recolección de escombros.
Decreto 596 de 2016	Por el cual se modifica y adiciona el Decreto número 1077 de 2015 en lo relativo con el esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y el régimen transitorio para la formalización de los recicladores de oficio, y se dictan otras disposiciones	El presente capítulo tiene como objeto definir el esquema operativo de la actividad de aprovechamiento y la transitoriedad para el cumplimiento de las obligaciones que deben atender los recicladores de oficio y las organizaciones de recicladores de oficio que estén en proceso de formalización como personas prestadoras de la actividad de aprovechamiento en el servicio público de aseo, para todo el territorio nacional.
Decreto 284 de 2018	Por el cual se adiciona el Decreto 1076 de 2015, Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, en lo relacionado con la Gestión Integral de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos - RAEE Y se dictan otras disposiciones"	Todo el decreto.
Resolución 1457 de 2010	Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas y se adoptan otras disposiciones	La presente resolución tiene por objeto establecer a cargo de los productores de llantas que se comercializan en el país, la obligación de formular, presentar e implementar los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas, con el propósito de prevenir y controlar la degradación del ambiente.
Resolución 754 de 2014	Por la cual se adopta la metodología para la formulación, implementación,	Toda la resolución.

	evaluación, seguimiento, control y actualización de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos	
Resolución 1326 de 2017	Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas y se dictan otras disposiciones	Toda la resolución
Resolución 1488 de 2003	Por la cual se establecen los requisitos, las condiciones y los límites máximos permisibles de emisión, bajo los cuales se debe realizar la disposición final de llantas usadas y nuevas con desviación de calidad, en hornos de producción de clinker de plantas cementeras.	Toda la resolución
Decreto 280-018-1430 de 2015	“Plan de Integral de Residuos Sólidos de los municipios de Tuluá”	Todo el decreto

Fuente: Autores

5. METODOLOGÍA.

5.1. PRIMERA FASE: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.

Para determinar el número de generadores existentes sobre la Carrera 30 y la Carrera 40 del municipio de Tuluá, se recurrió a la toma de información de fuentes secundarias, en este caso de cámara y comercio, la cual suministró el total de generadores de llantas usadas (montallantas, concesionarios, ventas de llantas, entre otros) los cuales se encuentran inscritos legalmente en el sector económico correspondiente al código CIU 4220, este código pertenece al sector de comercio y reparaciones. Cámara y Comercio entregó la información complicada en una base de datos en donde se encontraban grandes, medianos y pequeños locales; la información la cual fue suministrada por cámara y comercio se confrontó con información primaria que se levantó a partir de conteos hechos in situ, para conocer el tamaño del universo real con el cual se trabajaría posteriormente; las visitas fueron planificadas para realizarse en 3 días, cada día compuesto en dos jornadas de 4 horas. Los conteos e identificación de los generadores se llevaron a cabo recorriendo la zona y con ayuda de fichas estructuradas (Anexo A), se clasificaron según su número de ventas al mes, este tipo de ventas está relacionado con el juego de llantas completo, o ventas de llantas de tipo informal, las cuáles se ofertan de segunda en buen estado, además, se identificó el número de NFU apilados. La clasificación de los generadores se realizó de la siguiente manera: alto generador, mediano generador y pequeño generador; debido que la norma no habla de una clasificación como tal, se realizó con apreciaciones de los autores, las cuales fueron construidas con base a la información recolectada. Posteriormente en la misma ficha de conteo se les dio una numeración secuencial, conforme se fueron identificando, de igual manera se iban georreferenciando con ayuda de tecnología satelital y programas como Google maps⁴⁰.

5.1.1. Evaluación de aspectos e impactos ambientales.

Para la determinación de aspectos e impactos ambientales se realizó la Matriz de "Identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales", la cual fue realizada con los parámetros establecidos en la NTC-ISO 14004: 1996 (Sistemas de Administración Ambiental), además fue implementada en un trabajo de grado para determinar alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de

⁴⁰ Google Maps. Portal web de georreferenciación. Disponible en: <https://www.google.com/maps/@4.0865949,-76.1957616,15z>.

Bogotá⁴¹. La evaluación se realizó con formatos establecidos los cuales fueron llevados el día de las visitas para posteriormente ser digitados. Cuando se realizó la determinación, se pudo identificar los puntos más críticos de la ciudad a los cuales en estudios próximos y continuación del tema podrán ser susceptibles a la mejorar según las apreciaciones realizadas en el presente documento. Ya realizada la identificación de aspectos e impactos ambientales, además, se determinó los puntos más críticos en cuanto a mala disposición de residuos.

Evaluación de aspectos e impactos ambientales.

Los criterios de evaluación de la matriz de aspectos e impactos ambientales fueron los siguientes:

- La salud humana y los impactos ambientales sobre el medio ambiente.
- Cumplimiento de la legislación vigente.
- Objetivos de salud y medio ambiente con relación a las llantas Usadas en la ciudad de Tuluá.

Los Aspectos e Impactos Ambientales se evaluaron de la siguiente manera:

$$\text{Valor} = \text{S} \times \text{F} \times \text{P} \times \text{SP} \times \text{L}$$

Severidad (S): determina que tan grave es el daño al medio ambiente considerando la peligrosidad, área de influencia y componente ambiental afectado. Los tres parámetros que determinaron la severidad de la siguiente forma:

$$\text{Severidad} = \text{Peligrosidad} \times \text{Área influencia} \times \text{Componente Ambiental Afectado.}$$

A continuación, se presentan los parámetros de evaluación con cada uno de sus criterios de valoración:

⁴¹ LÓPEZ FUENTES, Julián David - TORRES TRUJILLO Julián. Alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá d.c 2015. Universidad distrital Francisco José de Caldas. facultad de medio ambiente y recursos naturales.

Tabla 8. Peligrosidad.

CRITERIO	VALORACIÓN
Corrosivo Reactivo Explosivo Tóxico Inflamable Patógena	10
Se genera un residuo (sin características anteriores)	5
No se genera residuo	1

Fuente: López Fuentes Julián David - Torres Trujillo Julián, alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá d.c, 2015, universidad distrital Francisco José de Caldas, facultad de medio ambiente y recursos naturales.

Tabla 9. Área influencia.

CRITERIO	VALORACIÓN
Global: Influencia a escala global.	10
Regional: Influencia a escala regional	8
Zonal: Influencia a escala municipios aledaños a Tuluá	6
Local: Influencia a escala perímetro del casco urbano de Tuluá	4

Fuente: López Fuentes Julián David - Torres Trujillo Julián, alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá d.c, 2015, universidad distrital Francisco José de Caldas, facultad de medio ambiente y recursos naturales.

Tabla 10. Componente ambiental afectado.

CRITERIO	VALORACIÓN
Afecta componente Noosférico (hombre)	10
Afecta componente Hidrosférico (agua)	8
Afecta componente Biosférico (Fauna, Flora y Paisaje)	6
Afecta componente Litosférico (suelo)	4
Afecta componente Atmosférico (aire)	2

Fuente: López Fuentes Julián David - Torres Trujillo Julián, alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá d.c, 2015, universidad distrital Francisco José de Caldas, facultad de medio ambiente y recursos naturales.

Tabla 11. Frecuencia (f).

PERIODO	CRITERIO	VALORACIÓN
Día	Se presenta diariamente (máximo 4 veces)	10
Semana	Se presenta 1 vez por semana (máximo 3 veces)	6
Mes	Se presenta 1 vez por mes (máximo 8 veces)	4
Año	Se presenta 1 vez por semestre (máximo 5 veces)	2

Fuente: López Fuentes Julián David - Torres Trujillo Julián, alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá d.c, 2015, universidad distrital Francisco José de Caldas, facultad de medio ambiente y recursos naturales.

Tabla 12. Probabilidad (P).

CRITERIO	VALORACIÓN
Seguro	10
Muy probable	6
Poco probable	4
Improbable	1

Fuente: López Fuentes Julián David - Torres Trujillo Julián, alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá d.c, 2015, universidad distrital Francisco José de Caldas, facultad de medio ambiente y recursos naturales.

Tabla 13. Legislación Ambiental (L).

CRITERIO	VALORACIÓN
Se cumple en la totalidad con la legislación.	1
Incumple con los requisitos exigidos en la legislación. Legislación general y específica aplicable	10

Fuente: López Fuentes Julián David - Torres Trujillo Julián, alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá d.c, 2015, universidad distrital Francisco José de Caldas, facultad de medio ambiente y recursos naturales.

Para realizar la valoración de los aspectos e impactos ambientales se emplearon los siguientes criterios de evaluación:

- **Actividad/Proceso:** se identificaron las diferentes actividades del proceso de aprovechamiento de llantas a evaluar, para este caso son las actividades de recepción, clasificación, almacenamiento y desecho de llantas en Tuluá.
- **Aspectos e impactos ambientales:** una vez identificados se determinaron los aspectos relacionados con cada actividad el impacto y el componente ambiental (Agua, suelo, aire, fauna, flora, socioeconómico) asociado a cada uno de ellos, para luego proceder a determinar su significancia.
- **Significancia:** Una vez calificados el criterio legal y el criterio ambiental, se determinó la significancia de los aspectos e impactos ambientales identificados en cada actividad.

Tabla 14. Significancia.

SIGNIFICANCIA	VALOR
No significativo	0-14
Significativo	Mayor a 15

Fuente: López Fuentes Julián David - Torres Trujillo Julián, alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá d.c, 2015, universidad distrital Francisco José de Caldas, facultad de medio ambiente y recursos naturales.

5.1.2. Encuestas de percepción.

Se realizó un tipo de entrevista estructurada (anexo B) con preguntas abiertas que se realizaron al personal de los montallantas, a los usuarios de los mismos y a los gestores como Rueda verde “entidad sin ánimo de lucro que desarrolla un sistema sostenible de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas, con el propósito de prevenir y controlar la degradación del ambiente, de conformidad con la regulación colombiana vigente”⁴² que poseen dos puntos de recolección de NFU en el municipio de Tuluá.

Las encuestas a los consumidores y distribuidores se realizaron en los locales en el momento en el que se realizaron las visitas, las entrevistas fueron realizadas a personas que fueron llegando a comprar los productos y personal encargado en ese momento; para las encuestas realizadas a los gestores se llevó a cabo en los puntos de recolección establecidos dentro del municipio.

⁴² RUEDA VERDE. Misión. Visto 2-10-2018. Disponible en: <https://www.ruedaverde.com.co/#quienessomos>

Teniendo ya toda la información recolectada se utilizaron herramientas estadísticas como Excel para realizar interpretación de la percepción actual del municipio frente al estado actual del manejo de llantas usadas, esta información podría ser la base precursora de otros proyectos inmersos en el PGIRS Municipal, los cuales pueden enfocarse en la gestión ambiental.

5.2. SEGUNDA FASE: ALTERNATIVAS DE MANEJO DE LAS LLANTAS USADAS.

Para dar cumplimiento con el segundo objetivo, de proponer alternativas para el manejo de llantas usadas en el municipio, se realizó la recopilación de información secundaria, en este caso, se solicitó la información necesaria a las entidades encargadas de las actividades relacionadas con este tema, ya fuera de su manipulación, campañas de concientización, talleres de manualidades, jornadas de manipulación, entre otras actividades. Las entidades a las cuales se recurrió son las siguientes : Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), Secretaria de Asistencia Agropecuaria y Medio Ambiente (SEDAMA) , Alcaldía Municipal de Tuluá, Secretaria de Salud, Secretaria de Gobierno, Cámara y Comercio de Tuluá, Tuluá Aseo, Asociación Nacional de Empresarios de Colombia (ANDI), Inspección de Policía Ambiental, de esta manera, se obtuvo el balance de la gestión desarrollada con base en las políticas definidas para cada organismo, frente al tema objeto de estudio de disposición final y/o aprovechamiento de los NFU.

De esta manera se consolidó un documento en donde se evidencia las formas de disposición que son utilizadas por los establecimientos del área de estudio, las diferentes entidades encargadas de la recolección y disposición de estos residuos y también las alternativas encontradas en la búsqueda del estado del arte.

Al obtener el consolidado de alternativas, se realizó una revisión preliminar en donde se identificaron cuáles son las alternativas que son tendencia a nivel nacional, para así obtener un documento más ajustado a la realidad, seguido de esto se procedió a realizar la evaluación de cada una de estas alternativas con el fin de obtener las alternativas más viables para el municipio, en donde se tuvo en cuenta factores importantes como, nivel de educación ambiental, las cuales fueron definidas con las encuestas de percepción que se realizaron en la primera fase, número de llantas fuera de uso generadas en un determinado lapso de tiempo, nivel socioeconómico del municipio, actividad económica predominante del municipio, tecnologías usadas alrededor del mundo, entre otras.

5.2.1. Evaluación de las alternativas.

La evaluación de alternativas se realizó mediante tablas con los siguientes aspectos y utilizando el método llamado Valoración del Método de Reciclaje **VMR**⁴³

- Efectos sobre la salud.
- Efectos sobre el ambiente.
- Facilidad funcionamiento técnico.

⁴³ ZÁRATE VELANDIA, Carolina. Valoración de 3 métodos de reciclaje de llantas para implementar en el municipio de Villavicencio. 2014. Pag.14.

- Viabilidad económica.
- Impacto social.

Para realizarla valoración se estableció una escala de 1 a 3 para cada parámetro a evaluar. Por tanto, la Valoración del Método de Reciclaje **VMR** es la expresión numérica de la interacción o acción conjugada de los aspectos a evaluar, de la siguiente manera:

$$VMR = ES + EA + FT + VE + IS$$

A continuación, se muestra la forma de evaluar y los rangos utilizados.

Efectos sobre la salud (ES):

Se tuvo en cuenta documentos que establecen los contaminantes tóxicos emitidos para la salud en los procesos analizados. Además, se evaluó el riesgo que puede llegar a tener las personas las cuales estén en contacto con este proceso.

Tabla 15. Efectos sobre la salud

Calificación	Definición
1	Alta
2	Media
3	Baja

Fuente: López Fuentes Julián David - Torres Trujillo Julián, alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá d.c, 2015, universidad distrital Francisco José de Caldas, facultad de medio ambiente y recursos naturales.

Efectos sobre el ambiente (EA):

Se tuvo en cuenta emisiones, gases generados, consecuencia en lo ambiental, todo referente a bases bibliográficas las cuales se obtuvieron del proceso

Tabla 16. Efecto sobre el ambiente.

Calificación	Definición
1	Alta
2	Media
3	Baja

Fuente: López Fuentes Julián David - Torres Trujillo Julián, alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá d.c, 2015, universidad distrital Francisco José de Caldas, facultad de medio ambiente y recursos naturales.

Facilidad Funcionamiento Técnico (FT):

Se tuvo en cuenta la complejidad de instalación y de operación de las plantas y equipos necesarios para la implementación de los métodos analizados, también se tuvo en cuenta si en el país se cuenta con todo el soporte técnico o se debe importar.

Tabla 17. Facilidad funcionamiento técnico.

Calificación	Definición
1	Baja
2	Media
3	Alta

Fuente: López Fuentes Julián David - Torres Trujillo Julián, alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá d.c, 2015, universidad distrital Francisco José de Caldas, facultad de medio ambiente y recursos naturales.

Viabilidad económica (VE):

Para determinar la viabilidad económica de cada método se tuvo en cuenta el costo de la instalación vs el costo del producto generado, con los casos de éxito los cuales se encontraron a la hora de recopilación de información.

Tabla 18. Viabilidad económica.

Calificación	Definición
1	Baja
2	Media
3	Alta

Fuente: López Fuentes Julián David - Torres Trujillo Julián, alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá d.c, 2015, universidad distrital Francisco José de Caldas, facultad de medio ambiente y recursos naturales.

Impacto social (IS):

Para el impacto social se analizó la posibilidad de generar empleos directos e indirectos y el beneficio que traería a la región como proceso industrial a implementar.

Tabla 19. Impacto social.

Calificación	Definición
1	Bajo
2	Medio
3	Alto

Fuente: López Fuentes Julián David - Torres Trujillo Julián, alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá d.c, 2015, universidad distrital Francisco José de Caldas, facultad de medio ambiente y recursos naturales.

Para tomar la decisión de cuáles van a ser las mejores alternativas a que se puedan implementar, se sumó cada valor asignado en cada aspecto.

5.3. TERCERA FASE: MEJOR ALTERNATIVA.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la fase dos sobre las alternativas más viables se procedió a realizar un cuadro comparativo en el cual se analizaron dichas alternativas teniendo en cuenta la relación costo-beneficio, cantidades generadas, clasificación según tipo y diámetro, normatividad legal vigente, recursos financieros, capacidad operativa, articulación e implementación del plan de gestión integral de residuos sólidos del municipio y de igual manera se soportó con el criterio de los investigadores en cuanto al beneficio ambiental, social y económico de cada alternativa.

Al finalizar este análisis se obtuvo propuesta de la alternativa más viable de acuerdo a las necesidades del municipio de Tuluá.

6. RESULTADOS.

6.1. OBJETIVO 1: RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.

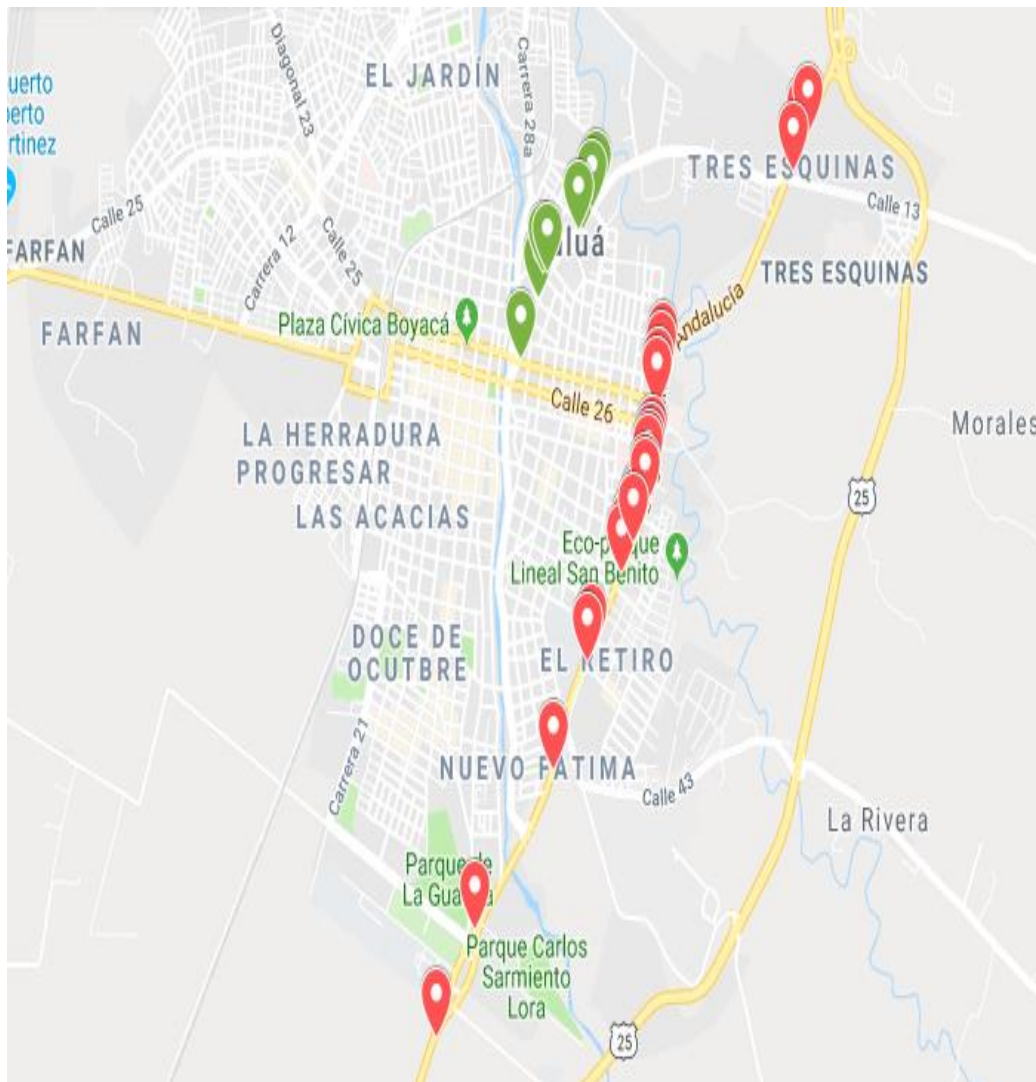
Frente a la petición que se realizó a Cámara y Comercio sobre información acerca de los locales pertenecientes al código CIIU 4220, comercio y reparaciones, ubicados en la Carrera 30 y 40 de la ciudad, dicha entidad hizo entrega de una base de datos que contenía un total de 88 registros que fueron tomados para definir las rutas de cada uno de los días de visitas, iniciando en la Carrera 40 desde las calles más bajas en numeración y avanzando hacia el sur donde aumentaban gradualmente; la misma técnica se realizó en la Carrera 30. Las visitas se programaron para realizarse en un lapso de 3 días compuestos por jornadas de 8 horas diarias, pero debido a inconvenientes a la hora de realizar las visitas, estas se alargaron 3 días más para lograr cubrir el total de locales a ser visitados. Los inconvenientes radicaban en la falta de disposición del personal de los locales para el suministro de información al realizar las encuestas, en repetidas ocasiones y en diferentes locales se negaron a entregar información con los siguientes argumentos:

- “No soy la persona encargada de entregar esa información”
- “La persona encargada del tema no se encuentra disponible”
- “No es posible que usted sea atendido en este momento, vuelva el siguiente día”

Los argumentos entregados en algunas ocasiones por el personal de los locales obedecían al miedo que existe en ser sancionados económicamente o incluso en el cierre parcial o definitivo del negocio, por tal motivo se mostraban renuentes a cualquier pregunta que se les realizaba; en ocasiones pidieron llenar las encuestas de forma anónima para que así no “correr peligro” y no verse comprometidos de ninguna manera, además en algunos establecimientos recibimos extraoficial en donde aseveraban que en ocasiones las llantas de segunda que se comercializan en el municipio son provenientes de capitales como Bogotá, Medellín, Cali entre otras, traídas en camiones y vendidas a los montallantas de la Carrera 40.

La georreferenciación de los montallantas se realizó a través del aplicativo de Google maps, clasificando los datos por colores, los de color verde son los locales ubicados sobre la carrera 30, los cuales se encuentran en un nivel más desarrollado entre la calle 25 y la calle 13, lugar en donde prevalece la venta de llantas para motos y diferentes accesorios para las mismas, el segundo tipo de datos son los de color rojo los cuales pertenecen a locales ubicados sobre la carrera 40, teniendo la particularidad de que se extienden por todo el tramo longitudinal sobre el municipio evidenciando un grado más alto de desarrollo en esta carrera.

Imagen 13. Montallantas Carreras 30 y 40.



Fuente: Adaptado por los Autores.

Resultados de la Carrera 40.

Los registros entregados por Cámara y Comercio tenían un número de 38 locales pertenecientes a la Carrera 40; de los 38 registros 17 no correspondían a la actividad económica “venta, comercialización y reparación de llantas” en cambio pertenecían a actividades totalmente distintas como reparación de vehículos, mecánica en general, soldadura eléctrica y autógena, concesionarios de vehículos. Esto se debe en algunos casos por la generación de una matrícula errónea ante Cámara y comercio y la poca vigilancia y control que ejerce la entidad. En el momento de realizar las visitas no se encontraban en la base de datos tres

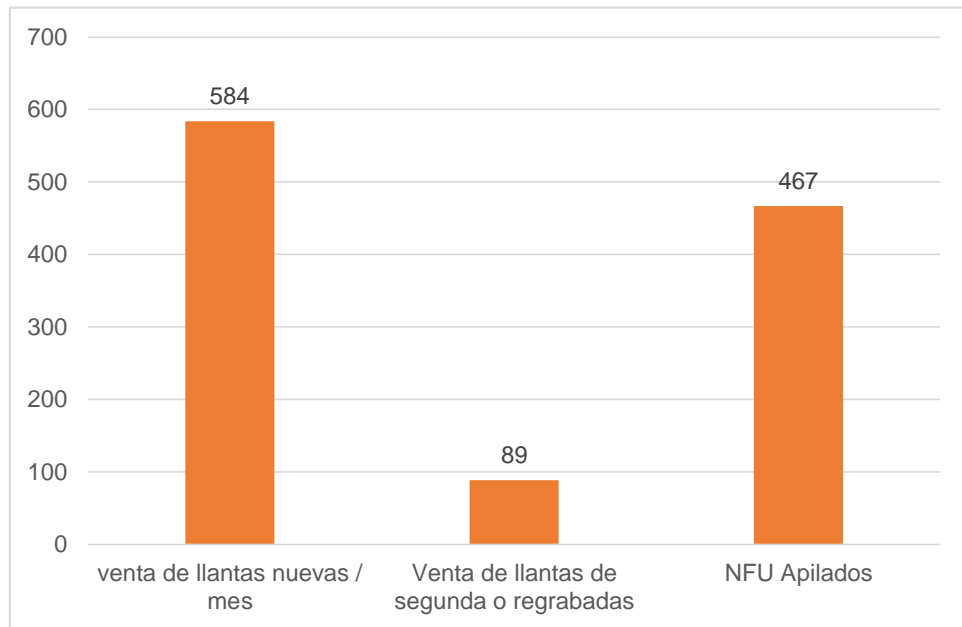
montallantas situados en la salida norte del municipio, lugar conocido como el Estambul, además de dos estaciones de servicio en la salida sur del municipio, a estos locales también se les realizó la visita y la recopilación de información necesaria.

El personal de los montallantas a lo largo de la Carrera 40 manifestaron que hacían entrega de las llantas usadas a gestores autorizados provenientes de la ciudad de Cali, Yumbo, Manizales y Bogotá; los cuales realizan el recorrido una vez por semana en el municipio pero no les hacían entrega de ningún tipo de comprobante a los establecimientos, los encargados manifestaban que la entrega se hace de manera muy informal y en ocasiones no se tiene contacto entre los gestores y el personal de los montallantas debido a que las llantas son apiladas a las afueras de los locales y los gestores se limitan a recogerlas de la misma manera en como lo hace el camión de basura, ya que toman menos de 5 minutos en recogerlas para continuar con la ruta que tengan asignada; un porcentaje menor aseguro que formaban o fueron parte de las campañas promovidas por CentroAguas en convenio con CVC, Policía ambiental, SEDAMA y Veolia.

Como resultado de las visitas realizadas en la Carrera 40 se nota una fuerte tendencia a la comercialización de llantas de segunda para camiones y tracto camiones de carga pesada, siendo un sector económico fuerte debido a que la mayoría de los montallantas realizan este tipo de prácticas.

En la Carrera 40 al cabo de un mes se tienen los siguientes datos, presentados a manera de gráfico:

Gráfico 1. Cantidad de llantas nuevas, de segunda y apiladas en la carrera 40.



Fuente: Autores

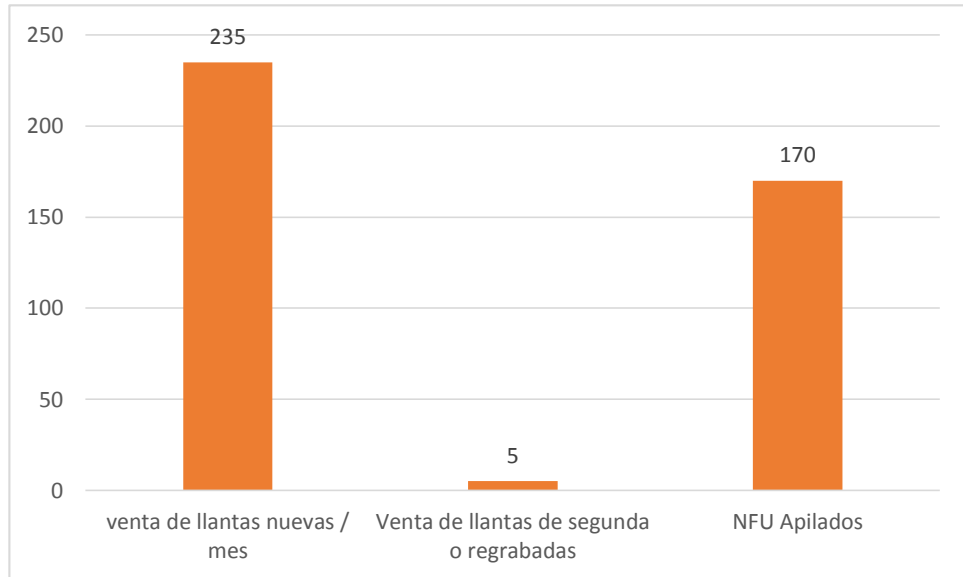
Como alto generador se tiene a Michelin registrado como SERVICIOS A.B.M ante cámara y comercio, con un numero de venta de llantas nuevas de 300 und/mes y con 50 und/mes de NFU apilados, como mediano generador CARD LLANTAS, PROPARTES S.A.S con un numero de venta de llantas nuevas 52 und/mes y con 8 und/mes de NFU apilados, MANTENIMIENTOS INDUSTRIALES Y AGRÍCOLAS MAGRO, VULCANIZADORA LOSADA, AUTOREPUESTOS DEL VALLE C&R con un numero de 25 und/mes de NFU apilados

Resultados en la Carrera 30.

Los registros entregados por cámara y comercio contenían un registro de 50 locales pertenecientes a la Carrera 30; de los 50 registros 44 no correspondían a la actividad económica “venta, comercialización y reparación de llantas” en cambio pertenecían actividades totalmente distintas, reparación de vehículos, mecánica en general, pintura, lubricantes, talleres técnicos, locales eléctricos, guayas. Como se mencionó anteriormente, esto se debe por la generación de una matrícula errónea ante Cámara y Comercio y la poca vigilancia y control que ejerce la entidad. En el momento en que se realizaron las visitas no se encontraban en la base de datos dos montallantas en la Carrera 30 con calle 14, además de 4 locales de llantas de gran tamaño y reconocimiento en el municipio como lo es Llantotas, Llantas MK, Megallantas del Valle, Lubrillantas, e igualmente a estos locales se le realizo la visita y su respectiva recopilación de información.

A diferencia del comercio en la Carrera 40, la Carrera 30 se especializa en la comercialización de llantas nuevas, sin efectuar procesos de reparación excepto en algunos pequeños montallantas, pero prestando el servicio de cambio inmediato y la posibilidad y de entrega para que los usuarios lleven las llantas a los locales donde realizan su recolección y su posterior disposición.

Gráfico 2. Cantidad de llantas vendidas, de segunda y apiladas en la carrera 30.



Fuente: Autores

6.1.1. Evaluación de aspectos e impactos ambientales.

Para la determinación de aspectos e impactos ambientales se realizó la matriz de “Identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales” bajo los parámetros establecidos en la NTC-ISO 14004: 1996

Tabla 20. Matriz de identificación de aspectos e impactos ambientales.

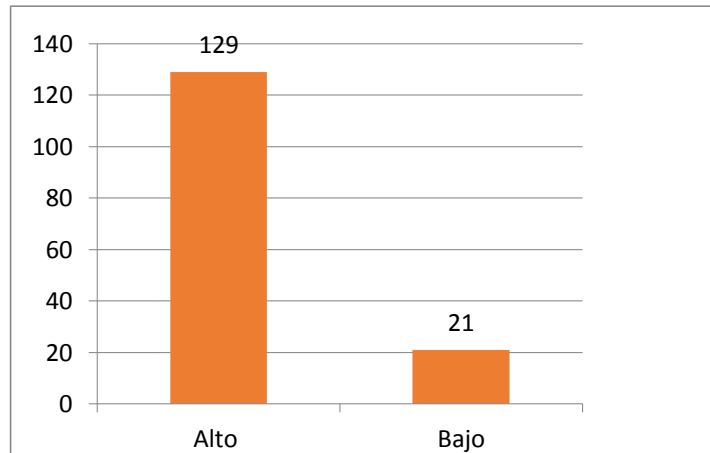
Nombre del establecimiento		xxx			Fecha (D-M-A)				Número de registro				
Dirección					Hora								
Descripción de la actividad			IDENTIFICACION DE ASPECTOS Y VALORACION DE IMPACTOS AMBIENTALES										
Proceso	Actividad	Descripción	Aspecto ambiental		Impacto ambiental		Valoración del impacto ambiental						
			Tipo de aspecto	Descripción del aspecto	Tipo de impacto	Descripción del impacto	Criterio						
							Peligrosidad	Area de influencia	Componente ambiental afectado	Frecuencia	Probabilidad	Legislacion ambiental	Total
MANTENIMIENTO Y REPARACIÓN	Reparación de llantas	Consumo de energía eléctrica	Consumo de energía eléctrica	Consumo de energía en las actividades diarias	-	Presión sobre recursos naturales							
	Reparación de llantas	Apilamiento de llantas a ser dispuestas	Generación de vectores	Acumulación de llantas	-	Afectación a la salud							
	Reparación de llantas	Generación de residuos del proceso	Generación de residuos con características especiales	Residuos provenientes de llantas	-	Contaminación suelo aire							
	Reparación de llantas	Generación de residuos peligrosos	Generación de residuos peligrosos	Desechos sólidos y líquidos del proceso	-	Contaminación flora y fauna							
	Reparación de llantas	Manejo de sustancias químicas	Generación de residuos peligrosos	Trapos impregnados de grasas o solventes	-	Contaminación suelo aire							
	Reparación de llantas	Generación de empleo	Contratación de personal	Contrato a personal capacitado para laborar	+	Progreso al municipio							

Fuente: Autores

En la Carrera 40 se identificaron los puntos más críticos en cuanto al manejo de llantas y los aspectos que estos lo rodean, al evaluar 26 locales, arrojando como resultado 156 impactos, de los cuales 129 impactos fueron calificados como alto, y 27 como bajo, estos resultados obedecen al inadecuado manejo de diferentes sustancias como solventes, grasas y aceites que son utilizados para cierto tipo de

procesos como el cambio de una llanta, estos procesos en su mayoría son realizados al costado de los locales.

Gráfico 3. Total de impactos en la Carrera 40.



Fuente: Autores

Debido a la gran cantidad de residuos que se generan en la carrera 40, estos en ocasiones puntuales son aprovechados por las personas de los barrios aledaños para realizar manualidades, artesanías o incluso decorar su propio antejardín, en donde ubican los NFU como actores embellecedores y formas alternativas para sustituir encerramiento o delimitación de áreas, como se aprecia en las siguientes imágenes

Imagen 14. Antejardín Carrera 40.



Fuente: Autores

Por lo general sin importar el día de la semana, se encuentran diferentes tipos de vehículos, en su mayoría de transporte particular, comercial o de carga, estacionados a ambos costados de la carrera 40 esperando el turno para ser atendidos.

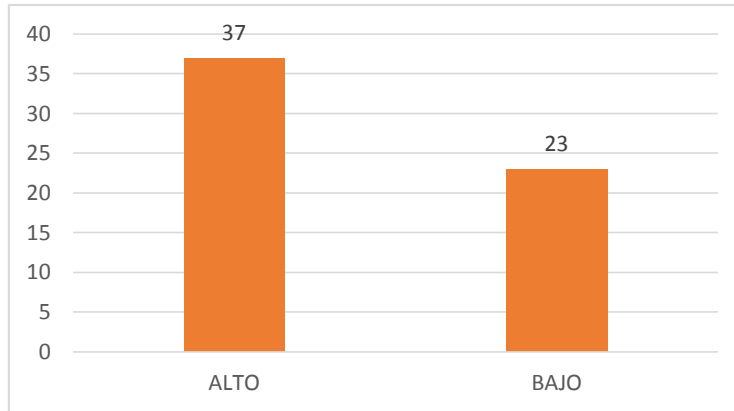
Imagen 15. Vehículos a ser reparados



Fuente: Autores

En la Carrera 30, se evaluaron 10 locales para un total de 60 impactos de los cuales se obtuvieron 37 impactos calificados como alto contra 23 impactos bajos, esto se debe a que prevalece el comercio de llantas nuevas, por otra parte, también se encuentran locales de venta de repuestos y partes de vehículos como motos y carros, además de locales sobre servicios eléctricos y son los establecimientos que componen la mayor parte de la carrera 30, quienes no son generadores de residuos de llantas.

Gráfico 4. Total de impactos en la Carrera 30



Fuente: Autores

Si comparamos el total de los impactos, entre la Carrera 30 y la Carrera 40, se puede observar que la Carrera 30 genera menos impactos altos, es decir, los locales que se encuentran ubicados sobre esta importante vía, no tienen gran cantidad de montallantas y por ende no hay gran generación de neumáticos usados para almacenar o apilar, por lo que su significancia es baja, por el contrario, los establecimientos de la Carrera 40 que en su mayoría son talleres y vulcanizadoras, son el mayor foco de apilamiento de llantas

A diferencia de la Carrera 40, en la Carrera 30 no se encuentran ocupados los costados de la vía y por el contrario estos mantienen despejados y limpios debido a que en este sector no prevalecen los establecimientos dedicados al mantenimiento de los vehículos y los pocos establecimientos que realizan las reparaciones lo hacen al interior de los mismos, en áreas cubiertas en donde son reducidos los impactos, además los NFU que son almacenados en estos establecimientos, en la mayoría de casos son apilados en bodegas en donde no tienen contacto con el medio, evitando roedores, zancudos y demás vectores que podrían generarse por un almacenamiento indebido.

Imagen 16. Venta de llantas Carrera 30.



Fuente: Autores

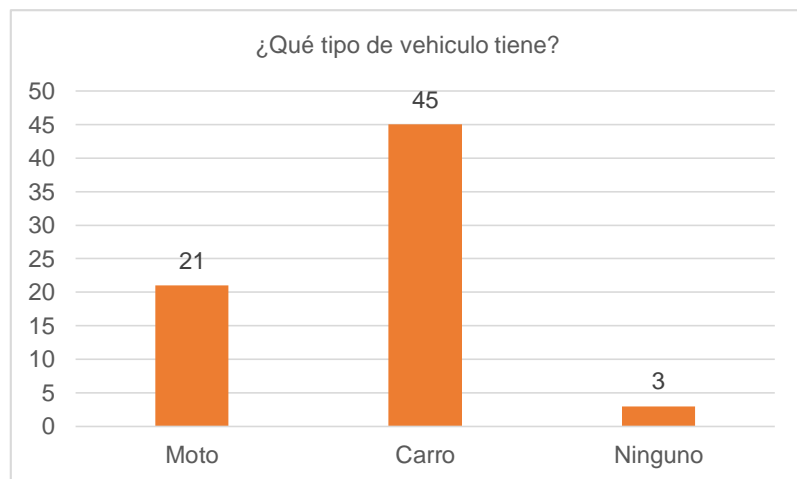
6.1.2. Encuestas de percepción.

Las encuestas se realizaron en los mismos días de las visitas, para conocer el nivel de educación ambiental de los consumidores, productores y generadores; además de conocer las posturas de cada grupo frente a estos residuos especiales con los que están continuamente relacionados ya sea como usuarios o comerciantes, los resultados obtenidos se presentan a continuación:

Encuestas al consumidor.

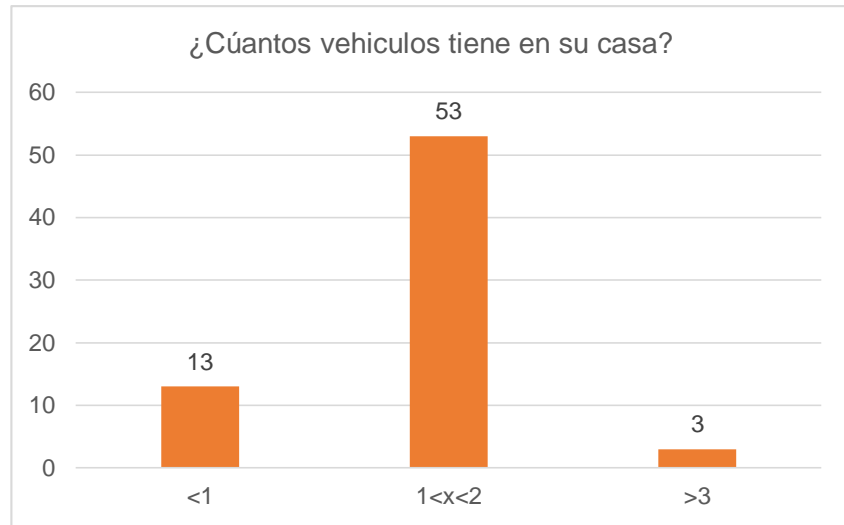
Las encuestas realizadas a los consumidores, tenían como objetivo evaluar el grado de conocimiento de las distintas fuentes sobre el manejo y disposición adecuada de las llantas usadas, realizándose a un total de 69 personas arrojando los siguientes resultados:

Gráfico 5. ¿Qué tipo de vehículo tiene?.



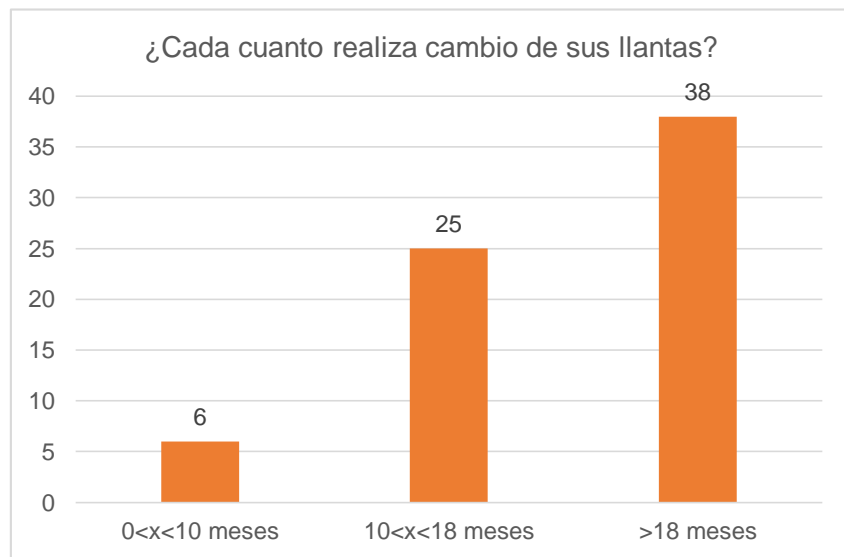
Fuente: Autores

Gráfico 6. ¿Cuántos vehículos tiene en su casa?.



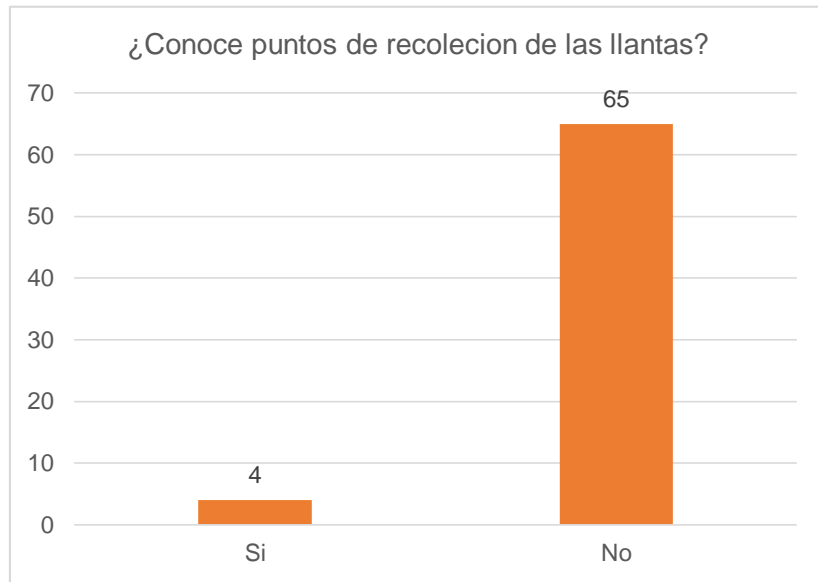
Fuente: Autores

Gráfico 7. ¿Cada cuánto realiza cambio de sus llantas?.



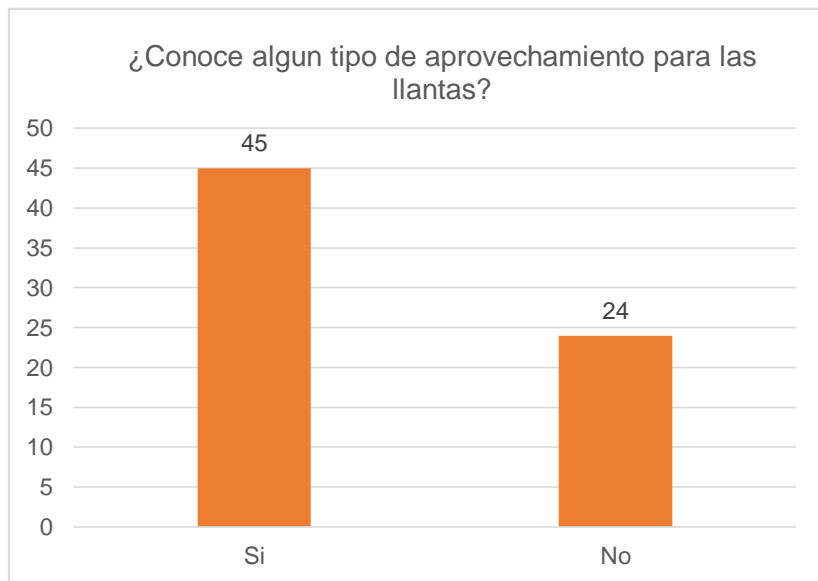
Fuente: Autores

Gráfico 8. ¿Conoce puntos de recolección de las llantas?.



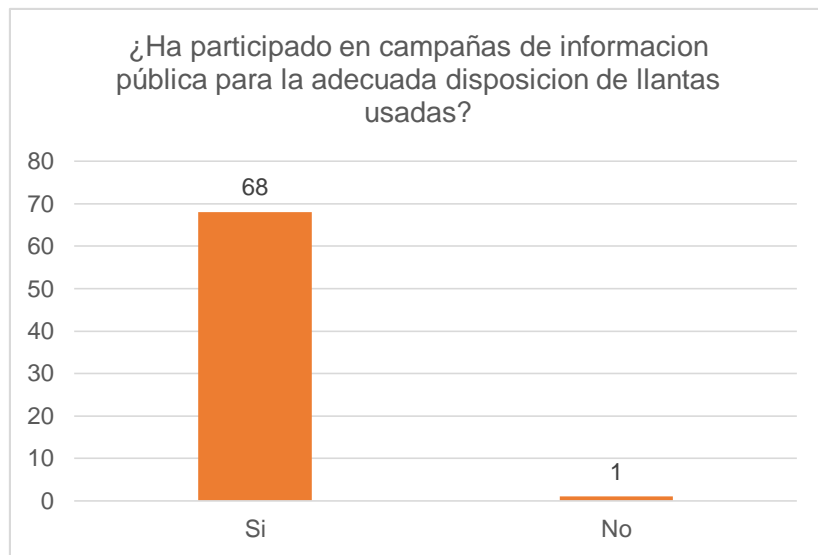
Fuente: Autores

Gráfico 9. ¿Conoce algún tipo de aprovechamiento para las llantas?.



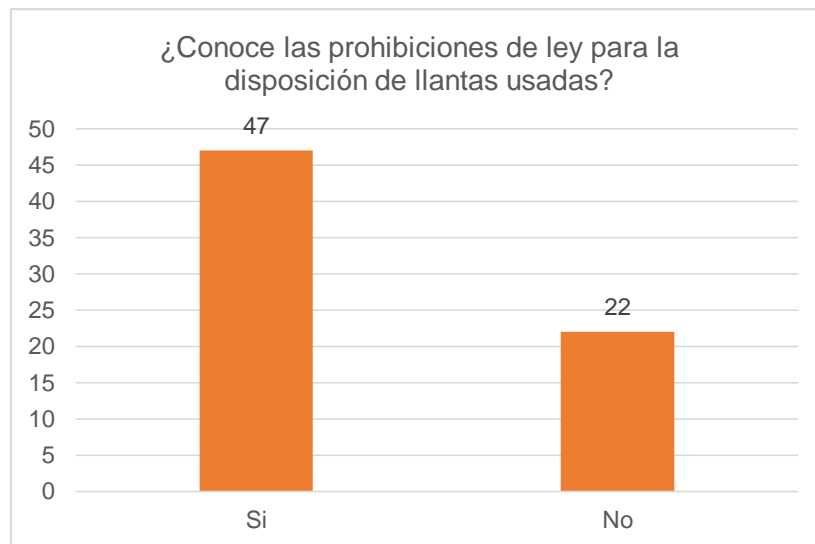
Fuente: Autores

Gráfico 10 ¿Ha participado en campañas de información pública para la adecuada disposición de llantas usadas?.



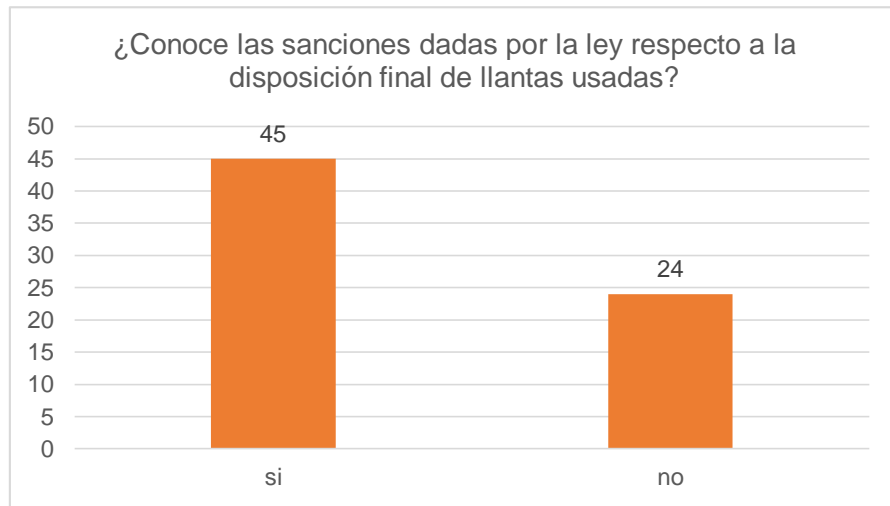
Fuente: Autores

Gráfico 11. ¿Conoce las prohibiciones de ley para la disposición de llantas usadas?.



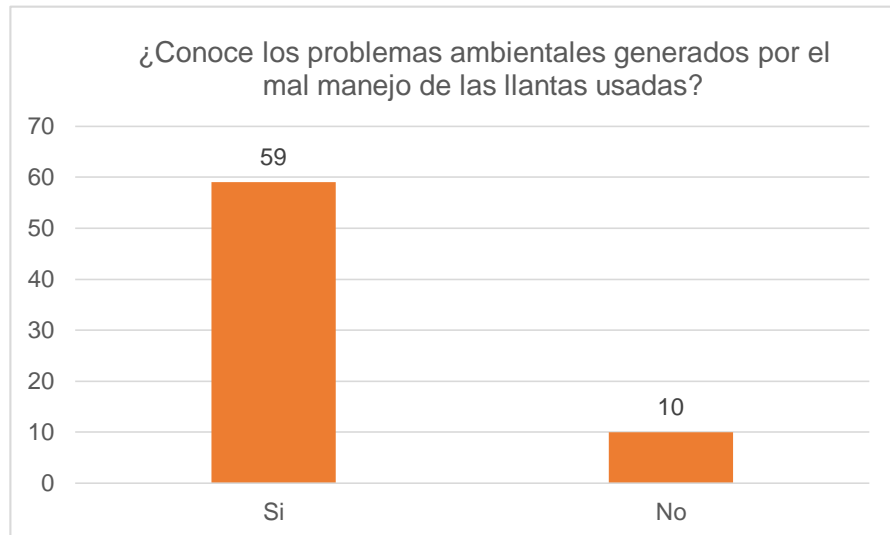
Fuente: Autores

Gráfico 12. ¿Conoce las sanciones dadas por la ley respecto a la disposición final de llantas usadas?.



Fuente: Autores

Gráfico 13. ¿Conoce los problemas ambientales generados por el mal manejo de las llantas usadas?.



Fuente: Autores

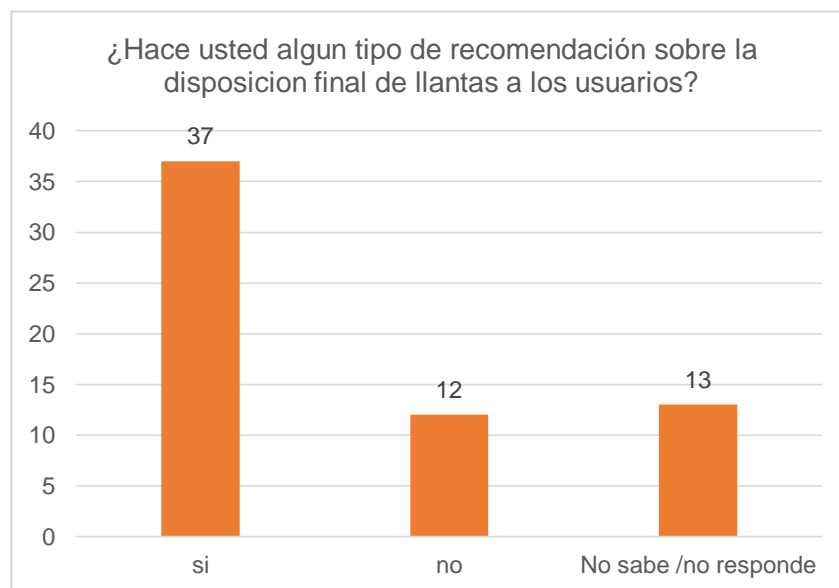
Como resultado, se encuentra que los usuarios de los montallantas, en su gran mayoría tienen dos vehículos y aunque no tienen conocimiento acerca de los puntos de disposición de las llantas fuera de uso existentes en el municipio, conocen algunas actividades que se pueden realizar con estos residuos, al ser encuestados la mayoría respondía que la alternativa que conocían era la artesanal, igualmente conocen información correspondiente a la normatividad que los rige y la problemática de los mismo pero no la forma correcta de disposición de estos,

encontrándose en un bajo nivel de concientización de lo que se debe realizar con dichos residuos y hacia dónde dirigirse a la hora de encontrar gestores y empresas autorizadas en la recolección y/o transformación de los mismos; además la situación empeora debido a que en el municipio las empresas autorizadas no son de gran notoriedad para los usuarios y los locales que requieran sus servicios y también el hecho de que las campañas informativas sobre este tipo de residuos no se realizan en todo el municipio y solo llega a cierto usuarios que en su mayoría son los grandes generadores que de antemano conoce su responsabilidad frente a los mismos.

La mayoría de los usuarios entrevistados conocía y era consiente acerca de que los neumáticos de sus vehículos son potencialmente aprovechables y también conocían algunas de sus reincorporaciones al ciclo como materia prima en diversos procesos, pero eran ajenos a los nombres de las empresas las cuales prestaban esa labor y donde se encontraban ubicadas

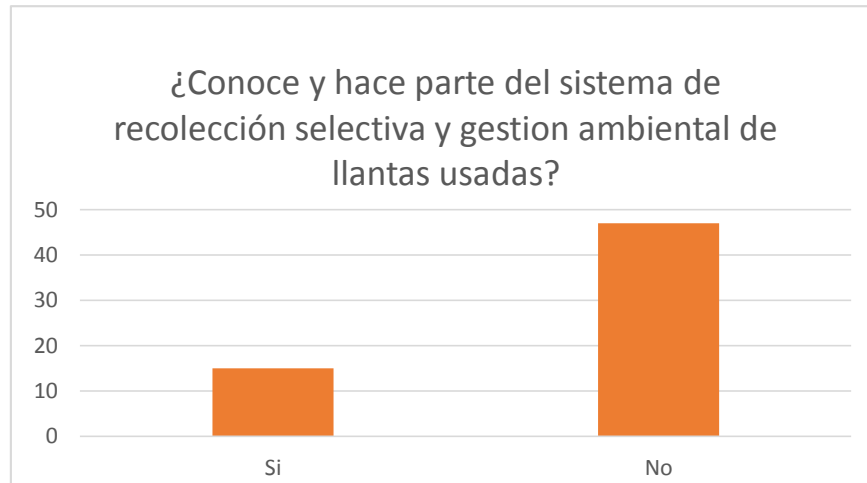
Encuesta a los distribuidores

Gráfico 14. ¿Hace usted algún tipo de recomendación sobre la disposición final de llantas a los usuarios?.



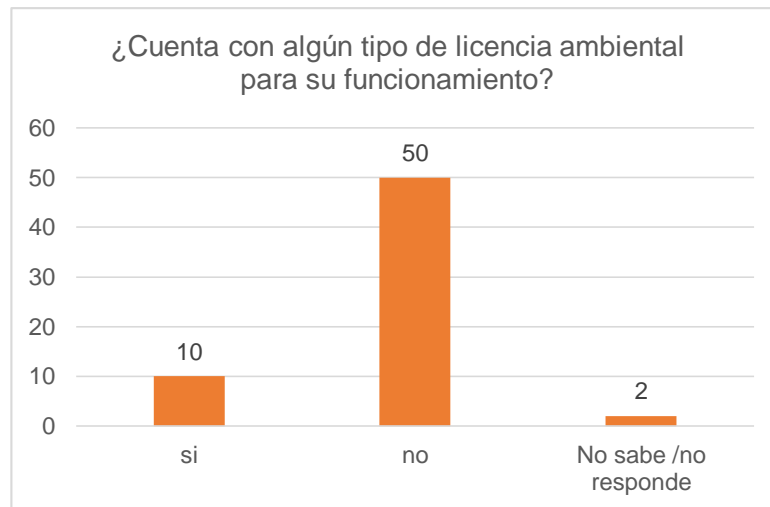
Fuente: Autores

Gráfico 15. ¿Conoce y hace parte del sistema de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas?.



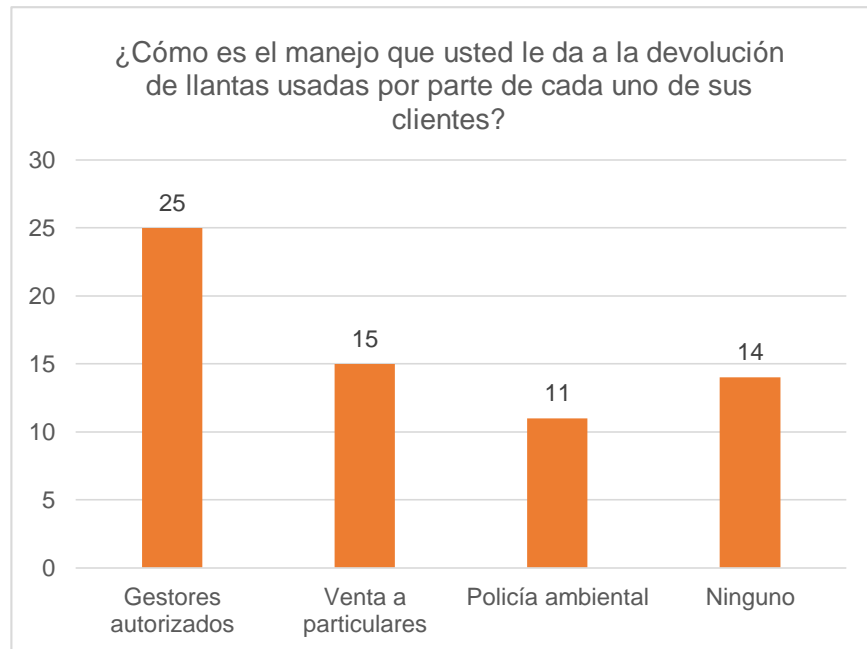
Fuente: Autores

Gráfico 16. ¿Cuenta con algún tipo de licencia ambiental para su funcionamiento?.



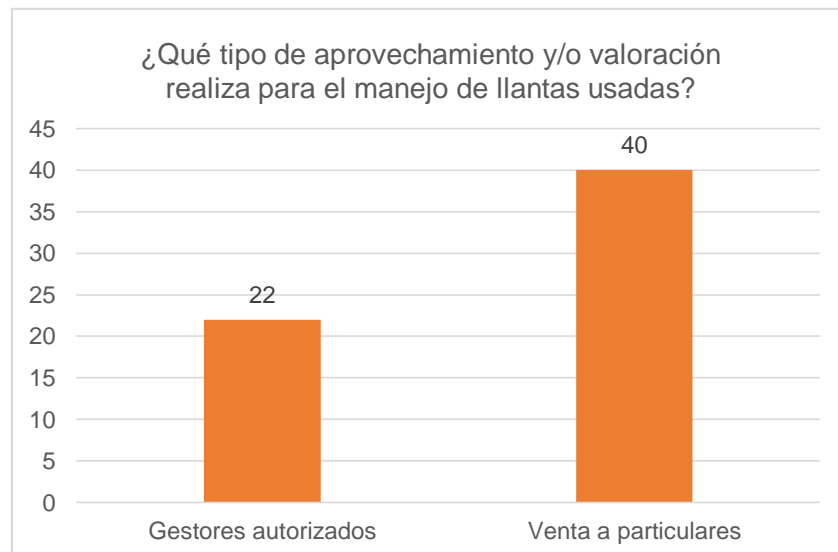
Fuente: Autores

Gráfico 17. ¿Cómo es el manejo que usted le da a la devolución de llantas usadas por parte de cada uno de sus clientes?.



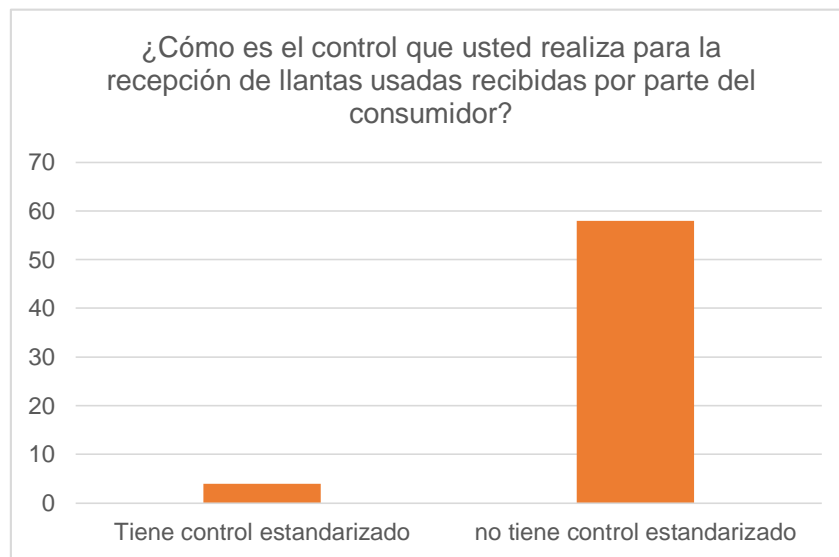
Fuente: Autores

Gráfico 18. ¿Qué tipo de aprovechamiento y/o valoración realiza para el manejo de llantas usadas?.



Fuente: Autores

Gráfico 19. ¿Cómo es el control que usted realiza para la recepción de llantas usadas recibidas por parte del consumidor?



Fuente: Autores

Gráfico 20. ¿Realiza algún tipo de inventario del material recibido, teniendo en cuenta (Peso, Rin, Tipo de llanta)?



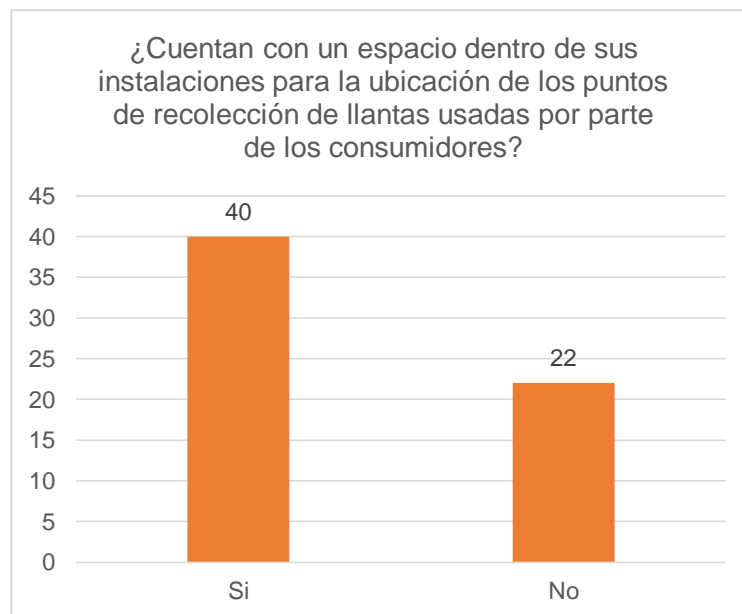
Fuente: Autores

Gráfico 21. ¿Ustedes hacen campañas para informar al consumidor acerca de los diferentes puntos de recolección de llantas usadas para promocionar su disposición final?



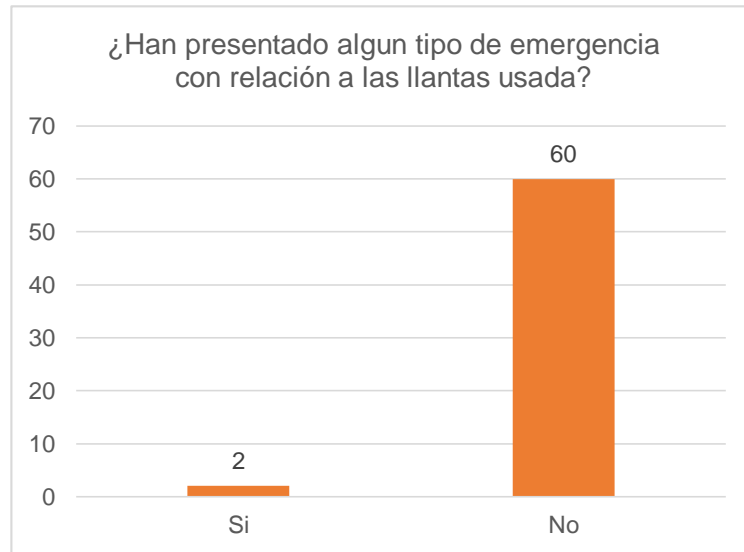
Fuente: Autores

Gráfico 22. ¿Cuentan con un espacio dentro de sus instalaciones para la ubicación de los puntos de recolección de llantas usadas por parte de los consumidores?



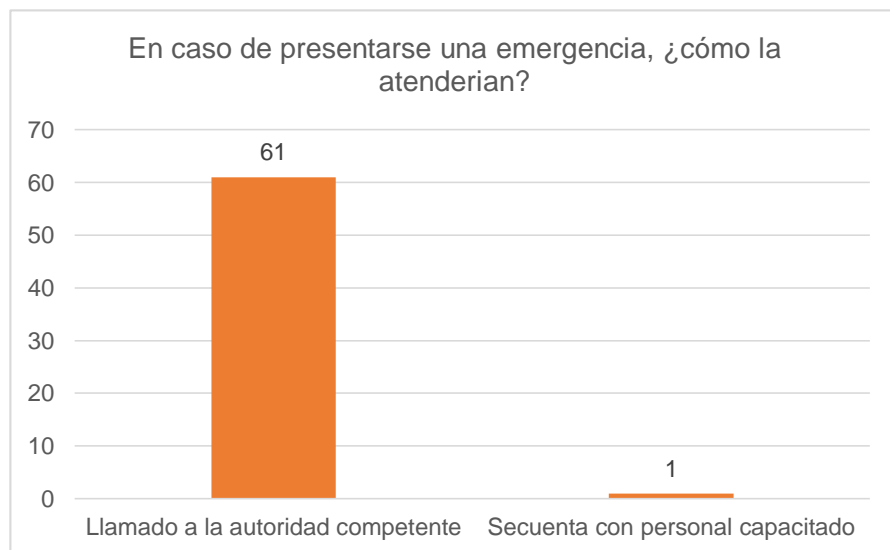
Fuente: Autores

Gráfico 23. ¿Han presentado algún tipo de emergencia con relación a las llantas usada?.



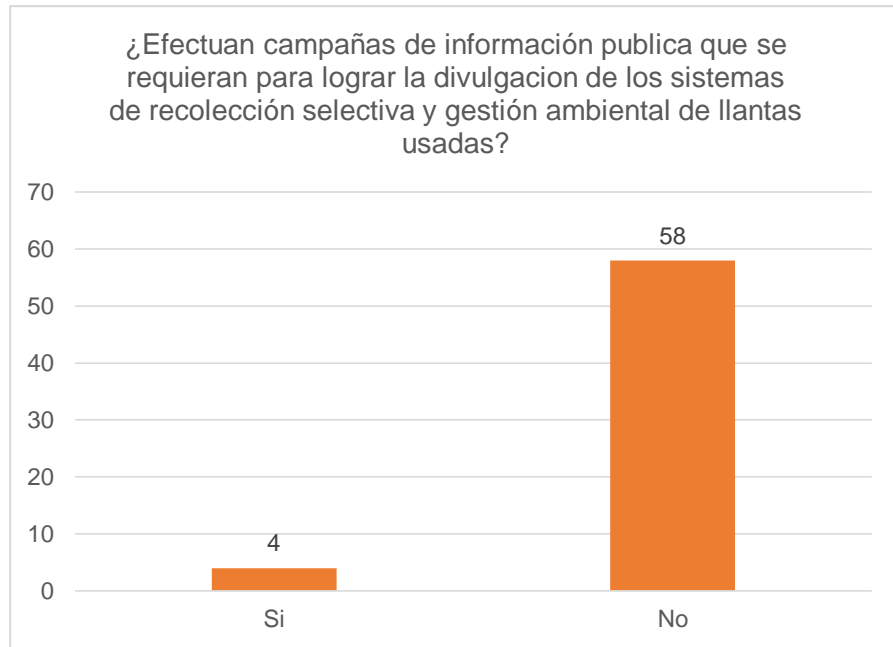
Fuente: Autores

Gráfico 24. En caso de presentarse una emergencia, ¿cómo la atenderían?.



Fuente: Autores

Gráfico 25. ¿Efectúan campañas de información pública que se requieran para lograr la divulgación de los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas?.



Fuente: Autores

Gráfico 26. ¿Conoce usted las prohibiciones en materia legal y normativa de llantas usada?.



Fuente: Autores

Las encuestas realizadas a los distribuidores de llantas arrojaron como resultado que el manejo que este grupo le da a estos residuos, es en su gran mayoría de tipo informal, el cual se lleva a cabo a través de algunos gestores autorizados de diferentes ciudades, esto se debe a que los propietarios no inscriben a los montallantas en el sistema de recolección selectiva y por ende no se cuenta con cifras de la cantidad material que se dispone. Los NFU simplemente son apilados a las afueras de los locales en los días y horas concertados con los gestores, quienes con camiones y con ayuda de dos o tres operarios recolectan los NFU dejados sobre la acera. Los distribuidores no desconocen su responsabilidad y en la mayoría de los casos gestionan de forma adecuada y correcta los residuos. En algunas ocasiones los montallantas no entregan todos los neumáticos de segunda que llegan a sus instalaciones, debido que al ser reencauchados como vulgarmente se le conoce a esta reparación, bajo las especificaciones técnicas que ellos mismos supervisan, estos son vendidos nuevamente, generando así un ingreso adicional.

Los propietarios y trabajadores de los establecimientos, manifestaban que la falta de compromiso por parte de ellos, se debía al nulo valor comercial que tiene los NFU dentro de la normatividad, exponiendo que resulta más rentable la posibilidad de generar ganancias con estos residuos por medio de la venta informal, que ser entregados a un gestor autorizado y no recibir ninguna remuneración económica a cambio, por tal motivo los establecimientos buscan de manera informal, la forma en la que puedan obtener un beneficio económico a partir de estos residuos, ya que en estos casos para ellos ,prima el beneficio económico sobre el ambiental.

6.2. OBJETIVO 2: ALTERNATIVAS DE MANEJO DE LAS LLANTAS USADAS.

6.2.1. Compilado de alternativas del uso de llantas realizadas por las diferentes entidades en el municipio de Tuluá.

Tabla 21. Corporación Autónoma Regional Del Valle Del Cauca.

ENTIDAD	Corporación Autónoma Regional Del Valle Del Cauca - CVC DAR CENTRO NORTE.
FUNCIONARIA	Comunicadora Social Paola Holguín
DESCRIPCIÓN	El día 6 de noviembre, la funcionaria Paola Holguín comunicadora social de CVC nos informó que la corporación solo ha tenido actuación en cuanto a jornadas y campañas de recolección de las cuales nos suministró fotografías y cantidad de llantas recogidas de la última campaña de recolección.
ALTERNATIVA	Recolección y entrega a gestor autorizado.

Fuente: Autores

Tabla 22. Corporación Autónoma Regional Del Valle Del Cauca.

ENTIDAD	Corporación Autónoma Regional Del Valle Del Cauca - CVC DAR CENTRO NORTE.
FUNCIONARIO	Técnico operativo Oscar Tulio Pinilla.
DESCRIPCIÓN	El día 23 de julio, En respuesta al oficio radicado con número 511332018, se nos informó que CVC, SEDAMA y policía Ambiental, desarrollan jornadas educativas en colegio para sensibilizar la comunidad, así mismo están presentes en jornadas de recolección de estos residuos para su posterior entrega al gestor autorizado Rueda verde. Igualmente llevan un registro de generadores de RESPEL para tener un control del departamento, pero en dicho no registro no aparecen los montallantas.
ALTERNATIVA	Recolección y entrega a gestor autorizado.

Fuente: Autores

Tabla 23. Secretaria De Asistencia Agropecuaria Y Medio Ambiente.

ENTIDAD	Secretaria De Asistencia Agropecuaria Y Medio Ambiente – SEDAMA
FUNCIONARIO	Alexander Hincapié
DESCRIPCIÓN	El señor Alexander Hincapié, comunica que la SEDAMA en el tema de llantas usadas realiza jornadas de recolección de estos residuos en conjunto con CVC, TULUASEO, VEOLIA, CENTRO AGUAS, y las llantas recolectadas son usadas en obras de bienestar social, para la creación o adecuación de parques en el municipio.
ALTERNATIVA	Adecuación de parques.

Fuente: Autores

Tabla 24. Secretaria De Asistencia Agropecuaria Y Medio Ambiente.

ENTIDAD	Secretaria De Asistencia Agropecuaria Y Medio Ambiente – SEDAMA
FUNCIONARIO	Francys Helen Velazco
DESCRIPCIÓN	El día 3 de octubre, en una reunión en las instalaciones de la SEDAMA, la señora Francys Velazco nos brindó información acerca de las funciones que desempeñaba la SEDAMA en cuanto al tema de llantas usadas, las cuales son que, en conjunto con policía ambiental, Veolia y CentroAguas están realizando parques con las llantas usadas que son entregadas por la comunidad en las jornadas de recolección y que otra parte de estas están siendo entregadas al gestor autorizado LITO. Para la verificación de esta información se obtuvo fotografías, cantidad de llantas recolectadas y cantidad de parques realizados hasta la fecha.
ALTERNATIVA	Creación y adecuación de parques.

Fuente: Autores

Tabla 25. Policía Ambiental.

ENTIDAD	Policía Ambiental – Escuela Simón Bolívar.
FUNCIONARIO	Intendente Jorge García
DESCRIPCIÓN	El día 21 de noviembre, en una reunión en la oficina de planeación de la escuela de policía Simón Bolívar el intendente Jorge García, nos comentó que están al frente de un proyecto de recolección y uso de llantas usadas y tapas con las cuales han realizado embellecimiento y creación de parques en distintos sectores del municipio de Tuluá, como evidencia, el intendente envió vía correo electrónico fotografías de los parques realizados y de las artesanías.
ALTERNATIVA	Embelllecimiento y creación de parques.

Fuente: Autores

Tabla 26. Veolia.

ENTIDAD	Veolia TuluAseo
FUNCIONARIO	Javier Zuleta
DESCRIPCIÓN	Mediante vía telefónica el señor Javier Zuleta nos informa que la compañía de aseo Veolia, no presta el servicio de recolección para este tipo de residuos pero que al igual que las demás entidades hace parte del proyecto adoptar el parque y de las jornadas de recolección que se realizan en el municipio para la recolección de las llantas.
ALTERNATIVA	Creación y adecuación de Parques

Fuente: Autores

Tabla 27. RuedaVerde.

ENTIDAD	Rueda Verde
FUNCIONARIO	Asesor comercial
DESCRIPCIÓN	El asesor comercial nos indicaba que Rueda Verde surge como un programa impulsado por la ANDI, en compañía de las empresas Bridgestone, Continental, Goodyear, Hankook, Michelin y Pirelli quienes representan más del 60% de las llantas comercializadas en Colombia y en el municipio de Tuluá tiene dos puntos de recolección, Energética Coexito S.A.S y Llantas Agrícolas Tuluá S.A.S en donde realizan la recolección de estos residuos para su posterior procesamiento.
ALTERNATIVA	Ruta selectiva y trituración.

Fuente: Autores

Tabla 28. Asociación Nacional de Empresarios De Colombia

ENTIDAD	Asociación Nacional de Empresarios De Colombia - ANDI
FUNCIONARIO	Yuly Del Rosario Alandette Gutiérrez
DESCRIPCIÓN	La señora Alandette, vía correo electrónico nos informó que para cualquier información para el tema de posconsumo de llantas usadas nos pusiéramos en contacto con el Programa de Rueda Verde.
ALTERNATIVA	Ruta selectiva y trituración.

Fuente: Autores

6.2.2. Compilado de alternativas llantas usadas de búsqueda bibliográfica.

Tabla 29 Alternativa 1.

NOMBRE PROYECTO	Proyecto de grado alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá d.c
AUTOR	Julián David López Fuentes Y Julián Torres Trujillo
PAÍS	Colombia
DESCRIPCIÓN	En la ciudad de Bogotá D.C existe un problema en el tratamiento de las llantas de vehículos que después de su vida útil son arrojadas a botaderos, quebradas y muchas veces en las calles, afectando al espacio público y en especial al paisaje. Para dar una solución a este problema la idea de este trabajo es reciclar y transformar estos desechos a través de un proceso manual que permita usar este material para obtener diferentes alternativas para el manejo de las llantas usadas.
ALTERNATIVA	Reciclaje para creación de inmuebles.
LINK	http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4006/1/proyecto%20de%20grado%20JJ.pdf

Fuente: Autores

Tabla 30. Alternativa 2.

NOMBRE PROYECTO	Estabilización de Taludes por Medio de Muros de Llantas en el Barrio la Capilla
AUTOR	Juan Ramón Barón Zambrano y Luigi Sánchez Peña
PAÍS	Colombia
DESCRIPCIÓN	El presente estudio es para determinar la viabilidad de la implementación de un sistema de contención alternativo con llantas para la estabilización de taludes en el barrio La Capilla del Municipio de Soacha– Cundinamarca, teniendo en cuenta que el Barrio por la falta de alcantarillado y la no debida canalización de las aguas residuales, está recibiendo todo tipo de aguas al no contar con un sistema de recolección, almacenamiento y distribución de este recurso, por tal razón, el agua se filtra en toda la extensión del barrio, especialmente en las temporadas invernales, lo que provoca que se colmen todos los poros naturales del suelo, hasta la temporada de verano, época en la que el agua, es evacuada por medio de la evaporación, dejando los vacíos en el suelo, generándose de esta forma los asentamientos y movimientos de tierra en grandes masas
ALTERNATIVA	Muros de llantas funcional para soporte y estabilización de suelos.
LINK	https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1773/3/ARTICULO.pdf

Fuente: Autores

Tabla 31. Alternativa 3.

NOMBRE PROYECTO	La llanta como material arquitectónico
AUTOR	José Miguel Zamudio
PAÍS	Colombia
DESCRIPCIÓN	El presente trabajo, se va asumir desde el concepto de hábitat sustentable, definiendo estrategias frente a estas problemáticas mundiales que pueden ser objeto del que hacer en la Arquitectura, por eso, se propone aplicar el uso de las 10R's para generar una reinterpretación del material y soluciones más amigables con el medio ambiente
ALTERNATIVA	Incorporación de llantas en taludes, estabilización de terrenos, geodésica con llantas y mobiliario.
LINK	http://repositorio.ucm.edu.co:8080/jspui/bitstream/handle/10839/1753/Jose%20Miguel%20Zamudio.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fuente: Autores

Tabla 32. Alternativa 4.

NOMBRE PROYECTO	Aprovechamiento de llantas usadas para la fabricación de pisos decorativos
AUTOR	Laura Cardona Gómez Y Luz María Sánchez Montoya
PAÍS	Colombia
DESCRIPCIÓN	El proyecto gira en torno de todo lo relacionado con los procesos utilizados para el reciclaje de llantas, seleccionando como el más apto para la fabricación de pisos decorativos el Reciclaje Mecánico del cual se obtiene la llamada “Arena Plástica”, para lo cual se realiza una propuesta de un proceso industrial para la obtención de pisos decorativos a partir de llantas usadas, las cuales son convertidas en arena plástica mediante reciclaje mecánico.
ALTERNATIVA	Pisos decorativos “arena plástica”
LINK	https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/375/Aprovechamiento%20de%20llantas%20usadas%20para%20la%20fabricaci%C3%B3n%20de%20pisos%20decorativos.pdf?sequence=1

Fuente: Autores.

Tabla 33. Alternativa 5.

NOMBRE PROYECTO	Valoración De Propiedades Mecánicas Y De Durabilidad De Concreto Adicionado Con Residuos De Llantas De Caucho
AUTOR	Hermes Andrés Torres Ospina
PAÍS	Colombia
DESCRIPCIÓN	Los resultados presentados en este documento hacen parte del proyecto de grado de la maestría en Ingeniería Civil, con énfasis en estructuras, el propósito es valorar las propiedades mecánicas y de durabilidad del concreto con sustitución de residuos de llantas de caucho, reemplazando parcialmente el agregado fino en volumen. Para el desarrollo del trabajo se prepararon cuatro tipos de mezclas, la primera sin adición de grano de caucho, la segunda reemplazando el 10% del agregado fino por la misma cantidad en volumen de caucho, la tercera y cuarta mezcla de la misma forma, pero con porcentajes de reemplazo de 20% y 30% respectivamente.
ALTERNATIVA	Concreto con residuos de llantas de caucho
LINK	https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/169

Fuente: Autores.

Tabla 34. Alternativa 6.

NOMBRE PROYECTO	Diseño de un proceso de producción basado en la trituración mecánica para el aprovechamiento de las llantas fuera de uso de la ciudad de Cali.
AUTOR	Alejandro López Gonzales Y Sahara Maria Pineda Santander
PAÍS	Colombia
DESCRIPCIÓN	El objetivo del proyecto consiste en diseñar un proceso de producción basado en la trituración mecánica que permita aprovechar las llantas fuera de uso de la ciudad de Cali. Para cumplir con el objetivo se realizó un estudio del comportamiento del mercado para determinar la cantidad de llantas usadas en la ciudad, determinar la capacidad de producción y localización óptima del proyecto, realizar el estudio técnico o ingeniería del proceso y validar su viabilidad financiera.
ALTERNATIVA	Trituración mecánica
LINK	http://vitela.iaverianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/10106/Dise%C3%B1o_proceso_produccion.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fuente: Autores

Tabla 35. Alternativa 7.

NOMBRE PROYECTO	Obtención de carbón activado a partir de llantas de caucho por medios físicos y estudios de adsorción en pruebas analíticas y aguas contaminadas
AUTOR	Sofía García Cortez
PAÍS	Colombia
DESCRIPCIÓN	este proyecto se centra en la obtención de CA a partir de las llantas usadas por métodos físicos y así establecer las diferencias que resultan de procesar diferentes tipos de llantas. Adicionalmente se evalúa la efectividad de remoción de contaminantes específicos como los iones de Cr (VI) y Pb (III), así como la capacidad de adsorción de estos carbones al utilizarlos en muestras de agua contaminada del río Bogotá.
ALTERNATIVA	Carbón activado
LINK	https://uniandes.edu.co/es/noticias/ambiente-y-sostenibilidad/llantas-usadas-utiles-para-producir-carbon-activado

Fuente: Autores

Tabla 36. Alternativa 8.

ALTERNATIVA	Coprocesamiento
DESCRIPCIÓN	Es un proceso de aprovechamiento que consiste en utilizar en los hornos cementeros el poder calorífico de la llanta para producir energía y en la incorporación del acero en el Clinker obtenido, controlando debidamente las emisiones atmosféricas. (Alcaldía de Bogotá, 2014)

Fuente: Autores

Tabla 37. Alternativa 9.

ALTERNATIVA	Reductores de velocidad
DESCRIPCIÓN	<p>Los reductores de velocidad fabricados a partir del gránulo de caucho son eficaces para aumentar la seguridad en zonas escolares, zonas residenciales, zonas urbanas, zonas donde se baja velocidad por cruce de vías, estacionamientos, zonas de ciclistas, etc. Su fabricación, debe cumplir con la normativa de tránsito del lugar, siendo un sistema modular que se conforma por cuerpo, área externa y área central que aumentan la seguridad, ya que la fricción del reductor con la rueda del carro es mayor al ser las dos de caucho natural y los delineados amarillos deben ser de alta capacidad reflectora y antideslizamiento. Así mismo por ser un producto elaborado a base de caucho reciclado, reduce considerablemente la contaminación por el desecho de estos.</p> <p>http://ecogreenequipment.com/es/el-granulo-de-caucho-y-sus-distintas-aplicaciones/</p>

Fuente: Autores

Tabla 38. Alternativa 10.

ALTERNATIVA	Parques infantiles
DESCRIPCIÓN	<p>A través de la técnica de vaciado in situ, se pueden pavimentar parques infantiles con figuras y diseños realizados directamente sobre la superficie pavimentada. Esto ofrece un ilimitable desarrollo de creatividad para ofrecer los espacios más amigables a los niños, sin dejar a un lado que por hablar de caucho se evitarán notoriamente las caídas por antideslizamientos además de los fuertes impactos por otro tipo de caídas durante el tiempo de juego.</p> <p>http://ecogreenequipment.com/es/el-granulo-de-caucho-y-sus-distintas-aplicaciones/</p>

Fuente: Autores

Tabla 39. Alternativa 11.

ALTERNATIVA	Pisos decorativos
DESCRIPCIÓN	<p>Producto elaborado a partir de la trituración de la llanta, los cuales son ideales para lugares donde se producen constantes cambios de temperatura, es ideal para amortiguar impactos y son de fácil limpieza.</p> <p>https://parquesinfantilesdecolombia.com/wp-content/uploads/2017/08/FICHATE%CC%81CNICA-PISO-DE-CAUCHO.pdf</p>

Fuente: Autores

Tabla 40. Alternativa 12.

ALTERNATIVA	Pirolisis y Termólisis
DESCRIPCIÓN	<p>Son procesos en donde se da la transformación del caucho de la llanta en productos primarios o en distintas cadenas de hidrocarburos, ambos procesos desarrollados en ausencia de oxígeno con temperaturas superiores a los 600°C. Para que ambos procesos se puedan llevar a cabo se necesita que el caucho de las llantas sea triturado previamente. En ambos procesos los productos generados son de gran utilidad, y se pueden clasificar en 3 categorías: el gas de proceso, el hidrocarburo líquido y el negro de humo. En la termólisis no se genera una combustión o quema directa del material base o caucho, al contrario que en la pirolisis donde sus productos en vez de ser cadenas de hidrocarburos, se generan aceites que pueden ser utilizados nuevamente en otros procesos productivos. El residuo de carbono generado o negro de humo producto del proceso de pirolisis es utilizado nuevamente en el proceso de fabricación de llantas.</p> <p>En la termólisis se dice que se recupera de forma integral los compuestos originales de las llantas, lo que lo hace un proceso de alta eficiencia, en algunos casos se asegura que con mayor eficiencia que la pirolisis ya que esta última puede producir problemas de contaminación. En este proceso los productos son de alto poder calorífico ya que son combustibles que son aprovechados en generación energética, adicionalmente los metales no sufren alteraciones lo que permite recuperarlos para su uso posterior. Se dice que este proceso de rápida amortización debido al bajo costo de la instalación, la capacidad de cada planta es de 10000 a 20000 toneladas anuales, consiguiendo una producción eléctrica de 2.5 a 5 MW, respectivamente</p>

Fuente: Autores.

Tabla 41. Alternativa 13.

ALTERNATIVA	Artesanías y accesorios.
DESCRIPCIÓN	Para la creación de estos productos la llanta se recibe y se cortan de forma manual o haciendo uso de maquinaria, luego pasan a la fase en donde se les dará la forma deseada para luego ser fijadas a través de hilo y en medio de estas fases se realiza la personalización de cada uno de los accesorios.

Fuente: Autores

Tabla 42. Alternativa 14.

ALTERNATIVA	Asfalto modificado para vías y carreteras
DESCRIPCIÓN	<p>Un neumático granulado es fácilmente destinado al pavimento de carreteras, haciendo que estas vías se mantengan por mucho más tiempo sin baches, grietas, ni deformaciones, si las comparamos a las carreteras de asfalto regular, además proporcionan a los conductores un recorrido más confortable y mejoras en los impactos ocasionados al vehículo en general.</p> <p>http://ecogreenequipment.com/es/el-granulo-de-caucho-y-sus-distintas-aplicaciones/</p>

Fuente: Autores

Tabla 43. Alternativa 15.

ALTERNATIVA	Ruta selectiva
DESCRIPCIÓN	<p>La ruta selectiva es un sistema por medio del cual se recoge el material en cuestión en este caso las llantas usadas para su posterior aprovechamiento, esta ruta selectiva debe ser realizada por un gestor autorizado</p> <p>Los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas pueden ser individuales o colectivos. Sistema individual de recolección y gestión: Los productores de llantas podrán establecer su propio sistema de recolección selectiva y gestión ambiental individual, en cuyo caso la formulación, presentación e implementación del sistema es de su exclusiva responsabilidad.</p>

Fuente: Autores.

6.2.3. Adopta un parque.

La iniciativa de adopta tu parque es un proyecto social de construcción de parques en barrios populares del municipio de Tuluá dirigida por la SEDAMA y CENTROAGUAS, en colaboración con CVC, Veolia y Policía Ambiental, en donde después de realizar campañas de recolección de llantas fuera de uso, son seleccionados lugares aptos para la creación de parques utilizando estas llantas, para de esta manera darle vida y un destino final diferentes a las calles, a este material tan dañino si es utilizado inadecuadamente.

En la realización de estos parques, no se tienen en cuenta todas las llantas que se reciben en las jornadas de recolección del municipio, se tiene preferencia en llantas de tipo lona y que provengan de carros y tractocamiones, en un principio la iniciativa buscaba embellecer barrios y darle un manejo adecuado a estos residuos posconsumo beneficiando, directamente a los habitantes del sector al tener un parque en donde poder recrearse e indirectamente a las entidades involucradas por su labor social y al municipio por disminuir la cantidad de llantas que pudieran terminar en calles, ríos y demás. El convenio se realiza directamente con la junta de acción comunal del barrio en donde se realizará el proyecto para que después de terminado los habitantes del sector sean quienes se encarguen de realizar el debido mantenimiento al parque, pero en diferentes visitas que realizaron los investigadores, como se muestra a continuación en las imágenes, son muy pocas las estructuras que se encuentran en buen estado y además de esto en la mayoría de los parques no se está realizando el mantenimiento acordado tanto de las construcciones como de las zonas verdes y se han convertido en un sitio de mala disposición de residuos sólidos de todo tipo, conocidos comúnmente como basuras por tal motivo esa iniciativa ha pasado de ser un beneficio para la recreación de los habitantes del sector y visitantes a un foco de vectores y basuras debido a la falta de pertenencia de los habitantes del sector beneficiado y de la regulación de los creadores de este proyecto.

Imagen 17. Transversal 12 con calle 22.



Fuente: Autores

Imagen 18. Transversal 12 con calle 21.



Fuente: Autores

Imagen 19. Transversal 12 con calle 19.



Fuente: Autores

Imagen 20. Vaya informativa Veolia.



Fuente: Autores.

Imagen 21. Parque Popular.



Fuente: Autores.

Imagen 22. Parque Popular.



Fuente: Autores

Imagen 23. Lago Chilicote.



Fuente: Autores

Imagen 24. Calle 19 con carrera 21.



Fuente: Autores

Imagen 25. Calle 19 con carrera 21.



Fuente: Autores

6.2.4. Evaluación de las alternativas.

Tabla 44. Evaluación de las Alternativas.

ALTERNATIVA	EFFECTO SOBRE LA SALUD (ES)	EFFECTO SOBRE EL AMBIENTE (EA)	FACILIDAD FUNCIONAMIENTO TÉCNICO (FT)	VIABILIDAD ECONÓMICA (VE)	IMPACTO SOCIAL (IS)	TOTAL
RUTA SELECTIVA DE RECOLECCIÓN	3	3	3	3	3	15
ADECUACIÓN DE PARQUES	2	2	1	1	2	8
RECICLAJE	3	1	1	2	2	9
TERMÓLISIS-PIROLISIS	3	2	2	1	1	9
INCINERACIÓN O COPROCESAMIENTO	3	1	2	1	1	8
MUROS DE CONTENCIÓN	2	2	1	1	2	8
TRITURACIÓN	3	3	3	3	3	15

Fuente: Autores

Como se puede observar se han evaluado varias alternativas que son de aplicabilidad en el proceso de aprovechamiento y disposición de llantas usadas. Cada una de estas ofrece una serie de ventajas tanto económicas como ambientales.

Conviene señalar que, de las mismas se ha decidido que las alterativas que tienen mayor aplicabilidad a la investigación que se realiza son las de ruta selectiva y trituración, pues estas ofrecen ventajas más notorias en aspectos relacionados con el impacto:

- En la salud
- El Ambiente
- La Factibilidad técnica
- Impacto social

Así pues, dar aplicabilidad a estas dos alternativas contribuye a que se reduzcan impactos negativos, tales como.

- La liberación de gases como el monóxido de carbono (CO), óxidos de azufre (SOx), óxidos de nitrógeno (NOx), y compuestos orgánicos volátiles (COVs), que se hacen presentes en la quema a cielo abierto de las llantas
- Se reduce impactos en la salud, ya que en la trituración como se ha planteado no se libera gran cantidad de sustancias tóxicas, minimizando así los casos de irritación de la piel, ojos, y membranas mucosas, depresión del sistema nervioso central, efectos respiratorios y cáncer
- Se reduce la proliferación de vectores como mosquitos, roedores y otros más que se convierten en amenaza para la salud de las personas que habitan en los lugares en donde se hace un inadecuado almacenaje de las llantas
- Mediante la trituración se logra hacer una mejor separación de los componentes de las llantas, que permite contar con materia prima para la fabricación de otros productos y para aplicación en obras civiles; generándose así una marcada fuente de ingresos

Siendo más específicos en las razones que dan lugar a que se considere la trituración como una de las alternativas a aplicar, resulta importante mostrar de manera detallada las ventajas y desventajas de cada uno de los modelos de trituración que se pueden usar en el aprovechamiento de las llantas que ya han cumplido con su vida útil.

En un primer momento, se referencia el método de trituración, ya que ofrece innumerables ventajas, tanto así que países desarrollados como Estados Unidos y España desde hace más de 70 años lo han utilizado⁴⁴.

⁴⁴<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/6123/6581186132C268ef.pdf;sequence=1>

a) Trituración Mecánica⁴⁵.

Ventajas.

- Los productos resultantes son de alta calidad y limpios de toda impureza
- Los productos obtenidos son de fácil demanda para ser usados en nuevos procesos
- Amigable con el ambiente, no libera ningún tipo de residuo contaminante
- La mano de obra que se demanda es poca
- No se necesita de una fuerte inversión para colocar en marcha el proceso

Desventajas.

- Se debe hacer un constante mantenimiento de las partes de las maquinarias

b) Trituración Criogénica⁴⁶ .

Ventajas.

- Las partículas de caucho molidas generadas en este proceso presentan una superficie relativamente suave, un amplio rango de tamaño de partícula, así como una mínima oxidación superficial.

Desventajas.

- Baja calidad del producto debido a dificultad material y económica para separar al caucho del metal y de la fibra textil.
- Dificultad de mantenimiento de la maquinaria y de su proceso.

El análisis de estos dos métodos permite concluir que la trituración mecánica es la más acertada porque:

⁴⁵ <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/4006/1/proyecto%20de%20grado%20JJ.pdf>

⁴⁶ *Ibíd.* Pág. 71

- No acarrea costos elevados para su funcionamiento
- No se necesita mano de obra altamente calificada
- No es necesario invertir en maquinaria de muy avanzada
- El lugar en donde se desarrolle las actividades no debe ser muy amplio
- Todo lo aprovechado de los componentes de la llanta tiene una fuerte demanda en el mercado

Continuando con el análisis de las alternativas, es preciso referenciar la recolección por ruta selectiva que se fundamenta en:

- Establecer puntos de devolución de llantas usadas
- No genera costos para el consumidor, por el hecho de devolver las llantas que no son aptas para su uso
- Reduce la colocación de llantas en lugares no adecuados, que genera contaminación visual y ambiental
- Se crea un trabajo conjunto entre los productores y distribuidores, disminuyendo así la contaminación ambiental
- La selección de las llantas y su debido almacenaje permite que se logre un proceso de trituración total, que reduce la emisión de gases tóxicos
- Da la posibilidad de que se comercialicen llantas que aún no están desgastadas en su totalidad

Por consiguiente, aplicar estas dos alternativas da lugar a que se optimicen diversos beneficios, tales como son:

- Fomentar la cultura del aprovechamiento residuos que es clave para consolidar un desarrollo sostenible
- Reducir la contaminación visual
- Reaprovechar los residuos de las llantas. Es decir que se cuenta con materia prima para hacer pisos y otras obras civiles
- Reducción de enfermedades para las personas que habitan cerca en donde se depositan de manera equivocada las llantas
- Crear nuevas fuentes de empleo

Concluyendo, las alternativas seleccionadas se consolidan en un factor determinante para que en el municipio se dé aplicabilidad a las normativas que el Gobierno Nacional y particularmente el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible han promulgado con el fin de contribuir al desarrollo sostenible, mediante el aprovechamiento y reutilización de las llantas usadas.

6.3. OBJETIVO 3: ELECCIÓN DE MEJOR ALTERNATIVA.

En la fase anterior, se estableció de manera clara que la realización de la matriz conllevó a que se seleccionara como alternativas de mayor impacto la de la Ruta Selectiva y la de Trituración, que como se analizó traen consigo diversas ventajas no solo a nivel económico, sino social y ambiental, que es una de los propósitos de los gobiernos a nivel nacional, regional y local.

Es decir, que la investigación realizada se consolida en un punto de referencia para que en el municipio se reconozca por parte de las entidades encargadas de velar por el cuidado del ambiente, los productores, distribuidores y compradores de llantas que se debe trabajar en la consolidación de un sistema de ruta selectiva que haga posible que se almacenen, aprovechen y reutilicen las llantas usadas, disminuyendo con esto la contaminación que se deriva de la quema o el mal almacenaje de las mismas.

Por consiguiente, con la puesta en marcha de un proyecto enfocado en la ruta selectiva y la trituración de llantas usadas, conlleva a que en el municipio se empiece a dar aplicabilidad a lo estipulado en las normatividades ambientales, tal como es el caso de la Resolución 1326 de 2017.

Dicha aplicabilidad de esta normatividad y otras más da lugar a que se ofrezcan beneficios ambientales y sociales, tales como:

- Fortalecer la cultura de reciclaje
- Crear una nueva fuente de empleo
- Establecer un aprovechamiento de los residuos que se liberan en el proceso de trituración y que se consolidan en materia prima para procesos de tipo civil, generándose así nuevos ingresos para el municipio

6.3.1. Ruta selectiva.

Tabla 45. Valor de activos fijos de la alternativa de ruta selectiva

ACTIVOS FIJOS	VALOR
1 camión	\$50.000.000
Muebles en seres	\$1.000.000
Equipo de computo	\$2.000.000
Total	\$53.000.000

Fuente: Autores

a) Operativos

- Un conductor \$ 925,148. Mensual
- Un ayudante \$ 925.148. Mensual

b) Administrativa

- Un Gerente \$ 1.200.000 Mensual
- Una secretaria \$ 925.148. Mensual

Tabla 46. Proyección ruta selectiva.

AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
\$ 47.705.328,00	\$ 49.136.487,84	\$ 50.610.582,48	\$ 52.128.899,95	\$ 53.692.766,95

Fuente: Autores

Proyección 3%

Tabla 47. Proyección valor de servicios para alternativa de ruta selectiva.

Concepto	Año 1	Año 3	Año 4	Año 5	AÑO 6
Agua	1.920.000	2036928	2098036	2160977	2225806
Energía	1.440.000	1.483.200	1.527.696	1.573.527	1.620.733
Teléfono	1.080.000	1112400	1145772	1180145	1215549
Arriendo	6.000.000	6180000	6365400	6556362	6753052,86
Otros	1.080.000	1112400	1145772	1180145	1215549
TOTAL	11.520.000	11.924.928	12.282.676	12.651.156	13.030.690

Fuente: Autores

Proyección 3%

6.3.2. Trituración.

Dadas las condiciones de generación de sus dos mayores productores de NFU en el municipio de Tuluá como lo es la carrera 30 y la carrera 40 se plantea la trituración inicial que supla la necesidad la cual se genera en este lugar además de la del resto de locales del municipio que se irá incorporando a medida que la alternativa se vaya desarrollando; los precios presentados son elaborados con base a promedio de diferentes cotizaciones realizadas a la industria colombiana de metal mecánica y fabricación de maquinaria industrial debido al elevado costo de maquinaria extranjera.

Tabla 48. Flujo De Material alternativa de trituración.

FLUJO DE LLANTAS HORA	20
FLUJO DE KG HORA	400

Fuente: Autores

Tabla 49. Ingresos Por Neumático alternativa de trituración.

ELEMENTO	PORCENTAJE	VALOR (\$/KG)
CAUCHO	0,7	1100
METAL	0,29	300
FIBRA	0,01	30

Fuente: Precios promedio establecidos por empresas como Renova, mundo limpio.

Tabla 50. Ingresos estimados alternativa de trituración.

AÑO	918000000
MES	76500000
SEMANA	19125000
HORA	398437,5

Fuente: Autores.

Para lograr una idónea gestión del proceso a desarrollar el municipio debe disponer de un terreno aproximadamente de 2100 metros cuadrados, en los que se debe distribuir una bodega para el almacenaje de las llantas usadas y las máquinas que van hacer utilizadas en el proceso, tales como:

- Destalonadora:

Máquina utilizada para extraer el anillo de alambres de acero que se encuentra en él borde del neumático. Cada neumático posee dos anillos, los cuales, si no se extraen, pueden disminuir la eficiencia de las fases sucesivas de la línea, debido a la dureza de los alambres de acero.

Precio Promedio \$15.000.324

Imagen 26. Destalonadora



Fuente: Gercons Colombia

- Triturador:
Los trituradores son los encargados de reducir el neumático el cual ya se encuentra sin los aceros de la rodadura en pedazos más pequeños.

Primario:

El triturador primario se encarga de reducir el neumático a piezas oscilantes de 5 a 6 centímetros, se encuentra conformado por un grupo de 18 cuchillas alineadas paralelamente en don ejes montados en chumacera acoplados a moto-reductores y un motor

Precio \$19.543.000

Secundario:

El triturador primario se encarga de reducir el neumático a piezas oscilantes de 2 a 1 centímetro, se encuentra conformado por un grupo de 18 cuchillas alineadas paralelamente en don ejes montados en chumacera acoplados a moto-reductores y un motor

Precio \$20.300.000

Imagen 27. Molino triturador.



Fuente:https://www.google.com/search?q=molino+triturador&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjv2bnf4PPgAhVluVkkHfihC0oQ_AUIDigB&biw=700&bih=590#imgdii=q4ahzpGnk0kJpM:&imgcr=KaFTya_qo9B3UM.

- Molino pulverizador:
El molino pulverizador se encarga de reducir al tamaño deseado el granulo del caucho, este tamaño varía según la industria o el destino final que se le vaya dar al granulo

Imagen 28. Molino pulverizador



Fuente:https://www.google.com/search?biw=700&bih=590&tbm=isch&sa=1&ei=cwKDXJfYIlvJ5gLa2bqgAw&q=molino+pulverizador&oq=molino+pul&gs_l=img.1.0.0110.45553.47351..51473...0.0..0.324.639.0j2j0j1.....1....1..gws-wiz-img.miqCzFVvBL4#imgcr=YWu7A6LagDT5hM:vd.

Precio \$33.080.000

- Separador Magnético y de fibras

Precio \$55.000.435

En cuanto a los empleados se ocuparán

Tabla 51. Salario de empleados alternativa de trituración.

CARGO	SALARIO MENSUAL
Gerente	\$1.200.000
Secretaria	\$925,148.000
2 operarios	\$925,148.000 C / u

Fuente: Autores

Tabla 52. Costos de servicios y vigilancia alternativa de trituración.

CONCEPTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Energía	1.800.000	1.854.000	1.909.620	1.966.909	2.025.916
Agua	1.440.000	1.483.200	1.527.696	1.573.527	1.620.733
Arriendo	16.800.000	17.304.000	17.823.120	18.357.814	18.908.548
Teléfono	720.000	741.600	763.848	786.763	810.366
Otros	1.440.000	1.483.200	1.527.696	1.573.527	1.620.733
Seguro local	1.800.000	1.854.000	1.909.620	1.966.909	2.025.916
Servicio de alarma y vigilancia	1.080.000	1.112.400	1.145.772	1.180.145	1.215.549
Depreciación	609.542	609.542	609.542	609.542	609.542
TOTAL	25.689.542	26.441.942	27.216.914	28.015.136	28.836.403

Fuente: Autores

Proyección de incremento 3% por cada año.

Tabla 53. Ingresos y egresos alternativa de trituración.

CONCEPTOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
SALDO INICIAL		70.470.098	154.058.970	252.429.028	367.431.352
INGRESOS	918.000.000	1.009.800.000	1.110.780.000	1.221.858.000	1.344.043.800
TOTAL INGRESOS	918.000.000	1.009.800.000	1.110.780.000	1.221.858.000	1.344.043.800
EGRESOS PERIODO					
Costos	680.000.000	748.000.000	822.800.000	905.080.000	995.588.000
Gastos admón.	25.689.542	26.441.942	27.216.914	28.015.136	28.836.043
Gastos de salarios	85.273.152	91.242.273	97.629.232	104.463.278	111.775.707
Gastos apropiaciones	46.727.208	49.998.113	53.497.980	57.242.839	61.249.838
Gastos honorarios	9.840.000	10.528.800	11.265.816	12.054.423	12.898.233
TOTAL EGRESOS	847.529.902	926.211.128	1.012.409.942	1.106.855.676	1.210.347.821
Saldo Periodo	70.470.098	83.588.872	98.370.058	115.002.324	133.695.979
SALDO FINAL	70.470.098	154.058.970	252.429.028	367.431.352	501.127.331

Fuente. Autores

Tabla 54. Inversión y flujo de efectivo alternativa de trituración.

inversion	\$ 250.000.000					
flujo de efectivo	-\$ 250.000.000	\$ 70.470.098	\$ 154.058.970	\$ 252.429.028	\$ 367.431.532	\$ 501.127.331

Fuente: Autores

Se obtiene una relación de costo – beneficio 1,2

Sumado este beneficio económico se debe tener en cuenta que se gestará beneficio ambiental como:

- Se fomenta el empleo
- Se reduce la presencia de plagas que se dan por el almacenaje de las llantas
- Se establece una planta en donde se obtiene un producto que puede ser comercializado

- Se fomenta la cultura ambiental
- Se evita la liberación de gases en el proceso de quema
- Se optimiza el compromiso ambiental por parte del municipio

En fin, este proyecto sería un gran avance para dar inicio a la realización de 3 de los 15 programas establecidos en el PGIRS, como lo son, el programa de recolección y transporte, programa de aprovechamiento y programa de gestión de residuos especiales

6.3.3. Mejor alternativa.

Finalmente, después de concluida esta investigación y estudiado todas las alternativas planteadas, se da como resultado que la alternativa que en este momento es la más adecuada para el municipio de Tulúa en cuanto al manejo adecuado de las llantas fuera de uso, es la de una ruta selectiva de recolección; debido a que la inversión en este proyecto es consecuente con lo que se buscaba en un principio y se ajusta a las necesidades del municipio, claramente se buscara la conformación de convenios entre el sector público y privado para garantizar la continuación exitosa del ciclo de vida de las llantas desde su recolección hasta su entrega y aprovechamiento en todo el municipio y crear alianzas con programas importantes como lo es el de rueda verde un programa creado por las empresas fabricantes de llantas más importantes de Colombia como Michelin, Pirelli, Bridgestone, Goodyear bajo la supervisión de la ANDI.

La alternativa de trituración de llantas, aunque es una alternativa ideal la capacidad operativa de la planta no justifica un gasto tan alto de inversión para este proyecto, pero es una alternativa de mercado que se debe seguir estudiando cuando se obtenga el balance total de todos los establecimientos del municipio de Tuluá, debido a que la relación de costo beneficio de 1,2 nos dice que los beneficios del proyecto serán mayores a los costos para la creación del mismo y por este motivo teniendo una visión completa del estado del municipio esta alternativa en un futuro cercano puede ser la más viable no solo para el mismo sino para los municipios a su alrededor.

Siguiendo con la alternativa seleccionada, la ruta selectiva es un sistema por medio del cual se recoge el material en cuestión en este caso las llantas usadas para su posterior aprovechamiento, beneficiando en este caso al municipio de Tuluá, debido a que al realizar el recorrido de recolección en las carreras 30 y 40 y en otros puntos del municipio se estaría generando así un bienestar para la comunidad de tipo ambiental, económico y social. Ambiental ya que al eliminar o disminuir la cantidad de estos residuos altamente aprovechables de las calles se evitaría situaciones de emergencia como, incendio ocasionados por el inadecuado almacenamiento de estos residuos, proliferación de vectores debido a que cuando las llantas sirven como contenedores de agua bajo ninguna supervisión son el lugar adecuado para que vectores como los zancudos y los roedores puedan desarrollar su ciclo de vida

en lugares donde afectarían la sanidad de los habitantes, generación de humos tóxicos y contaminación de fuentes de agua y suelo al realizar quemas ilegales a cielo abierto para aprovechar el poder calorífico de este material y extraer el cobre para su posterior comercialización; Beneficio económico debido a que invertir en este proyecto generaría empleos a los habitantes del municipio y una ganancia para el mismo y por ultimo esta alternativa trae consigo un beneficio social debido que sería el primer paso para complementar la sección de residuos posconsumo llantas específicamente, que como se mencionaba anteriormente no se tenían datos sobre este tema, como se conoce un plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) es una herramienta de objetivos, metas, programas, proyectos y actividades dirigidas a dar a los residuos sólidos un aprovechamiento final adecuado desde el punto de vista ambiental.

Por este motivo este proyecto es tan importante debido a que no solo brinda una alternativa viable y adaptada al municipio, sino que abre las puertas para la consolidación y puesta en marcha de los programas y proyectos para los residuos posconsumo llantas.

Por último y siguiendo con esta idea es importante resaltar que la alternativa de una ruta selectiva de recolección está encaminada, a criterio de los investigadores, hacia la economía circular, la cual es un sistema de aprovechamiento de recursos donde su principal idea es reducir, reutilizar y reciclar para que los residuos pasen de ser residuos a convertirse en materia prima, debido a que una ruta de recolección es el primer paso para un posterior aprovechamiento y de esta manera y con posteriores estudios se logre formar una cadena desde la recolección de este material hasta la comercialización en nuevos productos pasando por su transformación.

7. CONCLUSIONES.

- ❖ En la investigación realizada se determina, que en términos generales los establecimientos pequeños conocidos como Montallantas hacen una correcta disposición final de los NFU y no desconocen su responsabilidad extendida, pero no hacen parte de la recolección selectiva, debido que, en el Municipio de Tuluá, aún no se realiza ningún tipo de control hacia los establecimientos especializados en el arreglo o venta de llantas.
- ❖ Los establecimientos como Montallantas no llevan registros de materiales dispuestos hasta la fecha, las actividades que se realizan son convenios entre la autoridad ambiental y empresas privadas y/o públicas para realizar jornadas de recolección de este material posconsumo en días y actividades puntuales.
- ❖ Se evidencio que existen gestores autorizados realizando actividades de recolección y transporte dentro del Municipio, pero al no existir cifras no se logra definir el nivel o el porcentaje recolectado y tampoco ninguno de ellos hace visible la gestión que se viene desarrollando.
- ❖ En la actualidad no se cuenta con la cifra exacta de vehículos que transitan diariamente por el área de estudio, haciendo casi imposible identificar el volumen de llantas que salen de circulación en el Municipio; sumado a esto hacen parte los vehículos que tiene paso por el Municipio que hacen uso del servicio de Montallantas y el ingreso de llantas de segunda de otros Departamentos de Colombia que realizan comercio en Tuluá, ocasionando una mayor demanda de estos residuos, manejo y disposición inadecuada.
- ❖ La evaluación de aspectos e impactos ambientales permitió identificar los puntos más críticos de generación de llantas usadas, los cuales se encuentran sobre la Carrera 40, en locales cuya actividad económica se mezcla con el arreglo de automóviles y mantenimiento, de esta manera los impactos ambientales negativos como deterioro del paisaje, contaminación visual, entre otros, que no solo se ven evidenciados en la mala e inadecuada disposición de llantas usadas.
- ❖ Las entrevistas realizadas a los diferentes actores como consumidores, distribuidores y productores, que se encuentran inmersos en el ciclo de vida útil de los neumáticos, dejan evidenciar el grado de desinformación y falta de cultura ambiental sobre el manejo, aprovechamiento y disposición final de las llantas usadas, además de la falta de conocimiento en cuanto normatividad, empresas gestoras y puntos de disposición final.

- ❖ Los diferentes actores como distribuidores y consumidores conocen las diversas alternativas de aprovechamiento para llantas usadas, pero se pudo evidenciar que en el Municipio no se cuenta con la implantación de programas y proyectos ambientales encaminados a la disminución, manejo, transformación y disposición final adecuada de estos residuos especiales.
- ❖ De acuerdo al volumen de disposición de llantas usadas en el Municipio, la gestión y aprovechamiento que se encuentra adelantando este, no supe las necesidades con relación a las alternativas de aprovechamiento que se vienen adelantando en el Municipio. La producción que se tienen de estos residuos es alta, lo que significa que es necesario buscar otras vías de aprovechamiento para disminuir la generación y abarcar la cantidad de residuos especiales de llantas usadas que se encuentran en un inadecuado manejo.
- ❖ Existen un gran número de alternativas para el aprovechamiento y disposición final para los NFU, pero no todas daban solución al número de llantas y la capacidad económica, tecnológica del municipio para ejecutarla, por este motivo la alternativa seleccionada es la de una ruta selectiva, debido a que el aprovechamiento artesanal no es una solución viable en el tiempo, por el número tan bajo de llantas que requieren como materia prima.
- ❖ Si se requiere implementar la alternativa de una ruta selectiva se deberá realizar un estudio más a profundidad, en donde se involucren compromisos tanto de entidades y autoridades ambientales, como de los diferentes actores presentes en el ciclo de vida de llantas, e impulsar y ofertar no solo beneficios ambientales a los comerciantes sino beneficios económicos o tributarios para quienes se acojan a esta medida.

8. RECOMENDACIONES.

- ✓ Es importante que, para el desarrollo de futuro proyectos, el control de Cámara y Comercio y la Autoridad Ambiental sobre los establecimientos en donde se generan llantas usadas, sea de manera permanente para lograr que las estrategias que se lleven a cabo, logren culminarse de manera exitosa.
- ✓ Se recomienda continuar con la investigación planteada, ampliando el área de estudio y de esta manera abarcar todos los establecimientos en donde se produzcan, comercien y almacenen llantas en el Municipio para así brindar una alternativa que complemente la propuesta anteriormente planteada en esta investigación y de esta forma sea mucho más centrada a la realidad y necesidad del Municipio.
- ✓ Es necesario fortalecer la cultura ambiental ciudadana del posconsumo y economía circular en los habitantes del Municipio de Tuluá, para que con esto se mitigue en gran parte el problema de inadecuada disposición de las llantas al finalizar su ciclo de vida útil, uniéndose a esta problemática las Instituciones Educativas, Autoridades y Entidades Ambientales, Sector Público y Privado encargado de este tema, para así llegar a todos los habitantes del Municipio.
- ✓ Es importante investigar sobre más alternativas para el aprovechamiento de llantas que se puedan adaptar a las expectativas y necesidades del Municipio, pensando en conceptos de mercados verdes y economía circular.
- ✓ Es vital incentivar a los establecimientos que están directamente relacionados con el tema de las llantas para que desde ellos comience una cultura posconsumo que abarque productores, distribuidores y consumidores y de esta manera lograr la concientización del Municipio en la importancia y beneficio del aprovechamiento de las llantas que terminan su vida útil.
- ✓ Es de suma importancia incentivar por parte de la Alcaldía Municipal la implementación de un mayor número de actividades y proyectos que tengan como finalidad la educación ambiental de los habitantes del Municipio, con el objetivo de dar a conocer la importancia del correcto manejo de los residuos especiales de llantas usadas, adecuada disposición y gestión.
- ✓ Los NFU en el Municipio de Tuluá son depositados en diferentes zonas sin ningún tipo de control, causando impactos que afectan la calidad del medio ambiente, se sugiere implementar acciones tales como: mayor vigilancia en puntos críticos donde es frecuente el depósito de NFU, aplicar comparendos

ambientales a los ciudadanos que sean encontrados disponiendo los residuos en algún punto crítico o sector inadecuado, el objetivo de estas acciones es que permitan a la Administración tener un adecuado control acerca de esta situación, ya que de este modo se reduciría la frecuencia con la que se depositan este tipo de residuos en dichas zonas, reduciendo por consiguiente los impactos causados al medio ambiente y a los habitantes cercanos a estos sectores.

- ✓ Este documento es una herramienta para el proceso de implantación del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS) en el Municipio de Tuluá.

REFERENCIAS

Administración de Tuluá. Administración municipal fortalece su parque automotor. 4-26-2018. Disponible en: <https://www.tulua.gov.co/noticias/administracion-municipal-fortalece-su-parque-automotor/>.

Alcaldía Municipal de Tuluá. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS). 2015. p137. p162.

ASOCIACIÓN COLOMBIANA DE AUTOMOTORES (ANDEMOS). ¿Cuántos carros hay en el mundo?; 2017. Disponible en: <https://noticias.autocosmos.cl/2017/10/04/cuantos-autos-hay-en-el-mundo>.

CÁMARA DE COMERCIO DE TULUÁ. Reseña histórica de Tuluá. 01-22-2016. Disponible en: http://camaratulua.org/area_influencia/tulua/.

CASTAÑO, Nelson. Ingeniero Químico. Historia del caucho. pág. 2-6.

CANTANHEDE, Álvaro. Estado del arte de manejo de llantas usadas en las Américas. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria. Lima, diciembre 2002.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA (DANE). Clasificación industrial internacional uniforme de todas las actividades económicas. Disponible en: http://www.dane.gov.co/files/nomenclaturas/CIIU_Rev4ac.pdf.

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA. Laboratorio de tecnologías iv. Febrero 2005. Practica 1
EL HERALDO. Colombia: sexta en ranking de vehículos por cada 1.000 habitantes. 29-02-2016. Disponible en: <https://www.elheraldo.co/economia/colombia-sexta-en-latinoamerica-en-ranking-de-vehiculos-por-cada-1000-habitantes-246046>.

EL TIEMPO. Buga tiene listo el puerto seco. 26-sep-2001. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-662675>.

EL TIEMPO. La quema de llantas, un peligro para la salud pulmonar. 6-11-2014. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14798935>.

EL TIEMPO. Nuevo peaje entre Buga y Tuluá. 01 de julio 1995. Disponible en: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-357781>.

GOBIERNO MEXICANO. Llantas usadas diagnóstico de la situación actual en el distrito federal. 2002. Pag. 1. Google Maps. Portal web de georreferenciación. Disponible en: <https://www.google.com/maps/@4.0865949,-76.1957616,15z>.

LONDOÑO Natalia. Trabajo escrito para la revista el tiempo. ¿Cómo afecta el humo de quema de llantas usadas al ser humano?; 2014.

LÓPEZ FUENTES, Julián David - TORRES TRUJILLO Julián. Alternativas para el manejo de llantas usadas en la ciudad de Bogotá d.c 2015. Universidad distrital Francisco José de Caldas. facultad de medio ambiente y recursos naturales.

MÉNDEZ PEÑALOZA Christian Víctor- SOLANO ARIAS Franklin. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA. Facultad de Ingenierías Carrera de Ingeniería Mecánica. “Diseño de triturador de neumáticos usados; capacidad 1 ton/h, para la empresa municipal de aseo de cuenca (emac)”. 2010. pág. 27.

MICHELIN. Sepa por qué las llantas Michelin son más resistentes que las otra. 2017. Disponible en: <http://www.michelin.com.ec/todo-sobre-autos/aprenda-y-comparta/todo-sobre-llantas/Sepa-por-que-las-llantas-michelin-son-mas-resistentes-que-las-otras.html>.

MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Productores y comercializadores de llantas en el país deberán tener un Sistema de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas.2017. Disponible en : <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias/3055-productores-y-comercializadores-de-llantas-en-el-pais-deberan-tener-un-sistema-de-recoleccion-selectiva-y-gestion-ambiental-de-llantas-usadas-minambiente> .

MUNICIPIO TULUÁ. Inventario municipal de gases efecto invernadero. Pag. 9. Cuadro 7.

PORTAFOLIO. Ventas de vehículos crecerán 5,1% en 2018 y 9,6% en 2019. 27-04-2018. Disponible en: <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/ventas-de-vehiculos-en-colombia-en-2018-y-2019-515606>.

RAMOS, G., Alguacil, F. J., & LÓPEZ, F. A. (2011). Reciclado de neumáticos fuera de uso. Revisión tecnológica. Revista de Metalurgia. 47(3), 273-284.

Reutilización de llantas usadas. portal web. Disponible en:
<https://reutilizaciondellantas.wordpress.com/2016/05/02/marco-referencial/>.

RUEDA VERDE. Misión. Visto 2-10-2018. Disponible en: <https://www.ruedaverde.com.co/#quienessomos>
SANDOVAL, Clara Inés. ¿las llantas causan contaminación?; diciembre 2015. Disponible en
<http://greenarea.me/es/95341/las-llantas-causan-contaminacion/>

Survey monkey. Calculadora estadística. Disponible en: <https://es.surveymonkey.com/mp/sample-size-calculator/>.
TORRES OSPINA, Hermes Andrés. Valoración de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho. Escuela colombiana de ingeniería Julio Garavito: trabajo de grado maestría en ingeniería civil. Bogotá-Colombia. 2014. Pag.41.

ZÁRATE VELANDIA, Carolina. Valoración de 3 métodos de reciclaje de llantas para implementar en el municipio de Villavicencio. 2014. Pag.14

ANEXOS

Anexo A: Ficha de Conteo.

FICHA PARA CONTEO DE MONTALLANTAS									
NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO			FECHA			FICHA No.			
DIRECCIÓN			HORA			REGISTRO			
DIAMETRO			TIPO		UNIDADES/MES		TIPO DE VEHICULO		
			LONA	RADIAL					
VENTA DE LLANTAS NUEVAS									
VENTA DE LLANTAS REGRABADAS									
CANTIDAD DE NFU APILADOS									
TIPO DE GENERADOR									
ALTO GENERADOR			MEDIANO GENERADOR			BAJO GENERADOR			
OBSERVACIONES									

Fuente: Autores

Anexo B: Encuesta Distribuidores.

ENCUESTA DISTRIBUIDORES SOBRE LLANTAS USADAS EL OBJETIVO DE ESTA ENCUESTA ES EVALUAR EL GRADO DE CONOCIMIENTO DE LAS DISTINTAS FUENTES SOBRE EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LAS LLANTAS USADAS, SI APORTAN A CUIDAR EL ENTORNO Y SI ESTÁN BIEN INFORMADOS ACERCA DE LAS FORMAS ADECUADAS DE		
NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO		ENCUESTA No.
FECHA :	NIT:	BARRIO:
DIRECCION:		
1.¿Conoce la normatividad empleada para el manejo de llantas usadas?		
2.¿Hace usted algún tipo de recomendación sobre la disposición final de las llantas a los usuarios?		
3. ¿Cuenta con algún tipo de licencia ambiental para su funcionamiento?		
4. ¿Conoce y hace parte del sistema de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas?, ¿Desde qué tiempo?		
5. ¿Cómo es el manejo que usted le da a la devolución de llantas usadas por parte de cada uno de sus clientes, realiza algún tipo de cobro por este servicio?		
6. ¿Qué tipo de aprovechamiento y/ o valorización realiza para el manejo de llantas usadas?		
7. ¿Cómo es el control que usted realiza para la recepción de llantas usadas recibidas por parte del consumidor?		
8. ¿Realiza algún tipo de inventario del material recibido, teniendo en cuenta (peso, rin, tipo de llanta)?		
9. ¿Ustedes hacen campañas para informar al consumidor acerca de los diferentes puntos de recolección de llantas usadas para promocionar su disposición final?		
10. ¿Cuenta con un espacio dentro de sus instalaciones para la ubicación de los puntos de recolección de llantas usadas por parte de los consumidores?		
11. ¿Han presentado algún tipo de emergencia con relación a las llantas usadas?		
12. ¿En caso de presentarse una emergencia como la atenderían?		
13. ¿Efectúa campañas de información pública que se requieran para lograr la divulgación de los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas?		
14. ¿Conoce la normatividad empleada para el manejo de llantas usadas?		
15. ¿Conoce usted las prohibiciones en materia legal y normativa en el manejo de las llantas usadas?		

Fuente: Autores

Anexo C: Encuesta Productor.

ENCUESTA PRODUCTORES SOBRE LLANTAS USADAS	
EL OBJETIVO DE ESTA ENCUESTA ES EVALUAR EL GRADO DE CONOCIMIENTO DE LAS DISTINTAS FUENTES SOBRE EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LAS LLANTAS USADAS, SI APORTAN A CUIDAR EL ENTORNO Y SI ESTÁN BIEN INFORMADOS ACERCA DE LAS FORMAS ADECUADAS DE TRATAR ESTOS RESIDUOS	
NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO:	ENCUESTA No.
FECHA:	NIT:
DIRECCION:	BARRIO:
1. ¿Qué tipo de llantas distribuye (segun el tipo de vehículo)?	
2. ¿Cuántas llantas usadas reciben mensualmente?	
3. ¿Realiza algún tipo de almacenamiento de llantas usadas?	
4. ¿Qué cantidad de llantas usadas almacena?	
5.¿Cuanto tiempo almacena las llantas usadas?	
6.¿ Conoce usted el sistema de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas?, si la respuesta es si indique cual	
7. ¿A que gestor entrega usted las llantas usadas?	
8.¿Como se hace el transporte de llantas usadas y como se asegura que lleguen a su destino?	
9.¿De acuerdo a la normatividad ambiental vigente conoce algún tipo de aprovechamiento y/o valorización que se le pueda	
10.¿Han presentado algún tipo de emergencia con relación a las llantas usadas?	
11.¿En caso de presentarse una emergencia como la atendería?	
12.¿Conoce las prohibiciones en materia legal y normativa de los usos y el manejo que se le debe dar a las llantas usadas?	
13.¿Conoce la normatividad empleada para el manejo de llantas usadas?	
14.¿Usted realiza campañas para la recolección de llantas usadas?	


Fuente: Autores


Anexo D: Encuesta Consumidor.

ENCUESTA CONSUMIDOR SOBRE LLANTAS USADAS EL OBJETIVO DE ESTA ENCUESTA ES EVALUAR EL GRADO DE CONOCIMIENTO DE LAS DISTINTAS FUENTES SOBRE EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LAS LLANTAS USADAS, SI APORTAN A CUIDAR EL ENTORNO Y SI ESTÁN BIEN INFORMADOS ACERCA DE LAS FORMAS ADECUADAS DE TRATAR ESTOS RESIDUOS		
NOMBRE DEL ESTABLECIMIENTO		ENCUESTA No.
FECHA :	NIT:	BARRIO:
DIRECCION:		
1.¿Que tipo de vehiculo tiene?		
2.¿Cuantos vehiculos tiene en su casa?		
3.¿Cada cuanto realiza el cambio de las llantas de su vehiculo?		
4.¿A que lugar acude cuando va a realizar el cambio?		
5.¿Conoce los puntos de recoleccion de recoleccion de llantas en el Municipio?		
6.¿Conoce algún tipo de aprovechamiento para las llantas usadas?		
7.¿Ha participado en campañas de información pública para la adecuada disposición de llantas usadas?		
8.¿Conoce las prohibiciones de ley para la disposición final de llantas usadas?		
9. ¿Conoce las sanciones dadas por la ley respecto a la disposición final de llantas usadas?		
10.¿Conoce los problemas ambientales generados por el mal manejo de las llantas usadas?		

Fuente: Autores

Anexo E: Notificación de normatividad.

tullanta.com 



Fecha:

Yo _____ identificado con cédula de ciudadanía N° _____ Retiré de Tullanta.com (____) llantas usadas. A la vez fui informado de la Resolución 1457 de 2010, donde reconozco que dentro de mis obligaciones está retornar o entregar las llantas usadas en los puntos de recolección establecidos por la ley.

RESOLUCIÓN 1457 DE 2010. ARTÍCULO 14. OBLIGACIONES DE LOS CONSUMIDORES.

Para efectos de aplicación de los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas, son obligaciones de los consumidores las siguientes:

- a) Retornar o entregar las llantas usadas en los puntos de recolección establecidos por los productores;
- b) Seguir las instrucciones de manejo seguro suministradas por los productores de llantas.

N° Factura: Punto de Venta:

Firma _____
Cedula _____

Fuente: Pagina web Tullanta