



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA DE LOGÍSTICA INVERSA PARA LA  
RECUPERACIÓN DE LLANTAS DE MOTOCICLETAS POST-CONSUMO EN  
EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

AUTOR

Marco Alejandro Ramos Vallejo

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

PROPUESTA DE UNA METODOLOGÍA DE LOGÍSTICA INVERSA PARA LA  
RECUPERACIÓN DE LLANTAS DE MOTOCICLETAS POST-CONSUMO EN  
EL DISTRITO METROPOLITANO DE QUITO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos para  
obtener el título de Ingeniero Ambiental en Prevención y Remediación

Profesor Guía

MSc. Viviana Pavlova Sigcha Terán

Autor

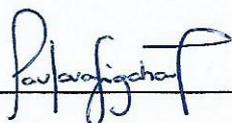
Marco Alejandro Ramos Vallejo

Año

2020

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Propuesta de una metodología de logística inversa para la recuperación de llantas de motocicletas post-consumo en el Distrito Metropolitano de Quito, a través de reuniones periódicas con el estudiante Marco Alejandro Ramos Vallejo, en el semestre 202020, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”



---

Viviana Pavlova Sigcha Terán

Máster en Gestión Integral del Agua

CI: 1722216163

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Propuesta de una metodología de logística inversa para la recuperación de llantas de motocicletas post-consumo en el Distrito Metropolitano de Quito, del estudiante Marco Alejandro Ramos Vallejo, en el semestre 202020, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.



---

Marco Vinicio Briceño León

Master en Energías Renovables

CI: 1715967319

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

A handwritten signature in blue ink, consisting of several overlapping loops and strokes, positioned above a horizontal line.

Marco Alejandro Ramos Vallejo

CI: 1722219464

## **AGRADECIMIENTO**

A mi familia por el apoyo constante, a mis profesores que con sus enseñanzas forjaron una persona dedicada en su carrera, a mi tutora guía Máster Pavlova Sigcha y a mi tutor corrector Máster Marco Briceño que me brindaron un gran apoyo, a Máster Indira Black por impartir sus conocimientos a lo largo de mis estudios, y a mi FMB que me ayudó a graduarme.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Marco, Mónica y a  
mis hermanos Michael y Marlon.

## RESUMEN

Los neumáticos son un desecho especial escasamente manejado en el Ecuador, debido a la falta de políticas rigurosas que se enfoquen principalmente en garantizar una buena gestión de todo tipo de residuo, en especial los que son de difícil degradación, cómo es el caso de los neumáticos. Según el Programa Nacional Para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (2018) el 90% de neumáticos de motocicleta que son desechados anualmente no son recuperados, por lo que se evidencia que no existe una gestión integral adecuada encargada de tratar este tipo de desechos.

El presente trabajo describe la situación desde el año 2014 hasta la actualidad, se evidencia que la problemática viene en aumento y las acciones que se toman para el control en el manejo de este tipo de desechos no son las adecuadas para poder mitigar el problema; para este análisis se recopiló información proporcionada por el PNGIDS que es el programa gubernamental encargado de la gestión de los residuos sólidos, la SENA E la cuál es la encargada de registrar las importaciones y el INEC la institución que proporciona datos estadísticos sobre producción nacional y registro de vehículos motorizados, también se realizó encuestas para poder conocer la situación actual post-consumo. Se contó con tres actores identificados y muy significativos ya que proporcionaron información actual y válida sobre la gestión de neumáticos de motocicletas, estos actores fueron: una asociación de motociclistas, talleres de cambio de neumáticos y distribuidoras de venta de neumáticos, con el fin de proponer una metodología de recuperación de neumáticos para poder reinsertarlos en la cadena productiva, aplicando logística inversa.

La conclusión principal de este trabajo radica en que el modelo de logística inversa mediante la aplicación de las medidas propuestas puede optimizar la reinsertación de los NFU (Neumáticos Fuera de Uso) a la cadena productiva para la elaboración de productos a partir de los componentes de un neumático recuperado.

## **ABSTRACT**

Tires are a special waste that is scarcely managed in Ecuador, due to the lack of rigorous policies that focus mainly on guaranteeing good management of all types of waste, especially those that are difficult to break down, such as tires. According to the National Program for the Integral Management of Solid Waste (2018), 90% of motorcycle tires that are discarded annually are not recovered, so it is evident that there is no adequate integral management in charge of treating this type of waste.

This work describes the situation from 2014 to the present, it is evident that the problem is increasing and the actions taken to control this type of waste are not adequate to mitigate the problem; for this analysis, information provided by PNGIDS (by its initials in Spanish) was compiled, which is the government program in charge of solid waste management, SENAE, which is in charge of registering imports, and INEC, the institution that provides statistical data on national production and motorized vehicles, surveys were also conducted to find out the current post-consumption situation. There were three identified and very significant actors as they provided current and valid information on the management of motorcycle tires, these actors were: an association of motorcyclists, tire change workshops and tire sales distributors, in order to propose a tire recovery methodology to be able to reinsert them into the production chain, applying inverse logistics.

The main conclusion of this work is that the inverse logistics model by applying the proposed actions can optimize the reintegration of the NFU (by its initials in Spanish) into the productive chain for the fabrication of products from the components of a recovered tire.

## ÍNDICE

1. Capítulo I. Introducción.....	1
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Planteamiento del problema .....	2
1.3. Objetivos .....	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos .....	5
1.4. Alcance .....	5
1.5. Justificación .....	6
2. Capítulo II. Marco Teórico .....	8
2.1. ¿Qué son los neumáticos?.....	8
2.1.1. Características de los neumáticos de motocicleta .....	8
2.1.2. Tipos de los neumáticos de motocicletas.....	10
2.1.3. ¿Qué es el hule y como se elabora? .....	11
2.2. Importación de neumáticos de motocicletas y producción local.. .....	11
2.2.1. Importaciones de neumáticos por subpartida arancelaria .....	12
2.2.2. Producción Nacional de neumáticos de motocicletas .....	13
2.3. Normativa nacional para el manejo de residuos especiales	14
2.4. Cifras de neumáticos recuperados en el Ecuador .....	15
2.4.1. Totalidad de Neumáticos recuperados .....	15
2.4.2. Recuperación de neumáticos de Motocicletas en el DMQ .....	16
2.5. Datos de generación de NFU y previsiones de recuperación .....	18
2.6. Programas de recuperación de neumáticos en el Ecuador .	19
2.6.1. Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos del Ministerio del Ambiente (PNGIDS).....	20
2.6.2. Plan Nacional de Movilización de Neumáticos Fuera de Uso .....	20

2.7. Modelos de gestión de los NFU .....	21
2.8. Modelo de Logística Inversa .....	23
2.8.1. Objetivo de la logística inversa .....	23
2.8.2. Sistemas de información de la Logística Inversa .....	24
2.8.3. Aplicación de la Logística inversa .....	25
3. Capítulo III. Metodología .....	26
3.1. Recopilación de Información.....	26
3.1.1. Información obtenida en el PNGIDS .....	27
3.1.2. Información de importaciones recolectada en la SENAE .....	27
3.1.3. Información proveniente del INEC .....	28
3.2. Identificación de actores involucrados.....	28
3.2.1. Asociación de Motociclistas .....	28
3.2.2. Talleres de cambio de neumáticos .....	28
3.2.3. Distribuidores autorizados de venta de neumáticos .....	29
3.3. Selección de la muestra.....	29
3.4. Diseño de las encuestas.....	31
3.4.1. Encuesta a motociclistas .....	31
3.4.2. Encuesta a talleres de cambio de neumáticos .....	33
3.4.3. Encuestas a distribuidores autorizados de venta de neumáticos .	34
3.5. Levantamiento de las encuestas.....	36
3.6. Validación de datos.....	37
4. Capítulo IV. Resultados.....	37
4.1. Resultados de las encuestas aplicadas a los motociclistas .	37
4.2. Análisis de los datos de las encuestas de la asociación de motociclistas.....	50
4.3. Resultado de las encuestas aplicadas a los talleres .....	51
4.4. Análisis de los datos de las encuestas a las personas encargadas de taller .....	57
4.5. Resultado de las encuestas aplicadas a los distribuidores ..	58

4.6. Análisis de los datos de las encuestas a las personas encargadas de una distribuidora autorizada .....	65
5. Capítulo V. Propuestas mediante Logística Inversa .....	66
5.1. Elaboración de propuestas aplicando logística inversa .....	67
6. Conclusiones y Recomendaciones.....	72
6.1. Conclusiones.....	72
6.2. Recomendaciones .....	74
REFERENCIAS .....	75
ANEXOS.....	83

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Total, de neumáticos en el país.....	12
Tabla 2. Partida Arancelaria.....	12
Tabla 3. Importación de neumáticos de los tipos usados en motocicletas.....	13
Tabla 4. Neumáticos de motocicleta fabricados en el país.....	14
Tabla 5. Cifra de neumáticos en porcentaje (%) sin recuperar en Ecuador. ....	15
Tabla 6. Cifra de neumáticos de motocicletas en porcentaje (%) recuperado en Ecuador .....	16
Tabla 7. Neumáticos en el DMQ recuperados en porcentaje (%). ....	17
Tabla 8. Neumáticos en el DMQ sin recuperar en porcentaje (%). ....	17
Tabla 9. Neumáticos fabricados en el país.....	18
Tabla 10. Detalle de las preguntas hacia los motociclistas con su respectiva descripción.....	31
Tabla 11. Detalle de las preguntas establecidas a los talleres de cambio de neumáticos.....	33
Tabla 12. Detalle de las preguntas establecidas a los distribuidores.....	35
Tabla 13. Posibles usos de un neumático al terminar su vida útil.....	38
Tabla 14. Actividad que realiza cada usuario con su neumático una vez concluida su vida útil.....	43
Tabla 15. Razón de cambio de un solo neumático.....	46
Tabla 16. Cantidad de neumáticos vendidos por las distribuidoras encuestadas entre los años 2014 y 2019.....	60
Tabla 17. Porcentajes de incremento en las ventas de neumáticos.....	60

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema estructural de un neumático. ....	9
Figura 2. Criterio según el conocimiento sobre el ciclo de vida de un neumático de motocicleta.....	38
Figura 3. Porcentaje de actividades al momento de reciclar un neumático. ....	39
Figura 4. Porcentaje de actividades al momento de reutilizar un neumático. .	40
Figura 5. Porcentaje de la actividad relacionada con la correcta disposición final de un neumático. ....	41
Figura 6. Porcentaje correspondiente a las actividades que realiza el usuario al momento de que el neumático se convirtió en un desecho. ....	42
Figura 7. Porcentaje de actividades a realizar una vez que el neumático se convirtió en un residuo. ....	44
Figura 8. Porcentaje de respuesta sobre el conocimiento de puntos estratégicos de almacenamiento temporal de neumáticos. ....	45
Figura 9. Porcentaje de respuesta sobre el número de neumáticos que son reemplazados al año por parte del usuario. ....	46
Figura 10. Porcentajes de respuesta sobre a intención de realizar únicamente el reemplazo de 1 neumático de motocicleta. ....	47
Figura 11. Porcentaje del conocimiento por parte de las personas de un punto de almacenamiento temporal de neumáticos. ....	48
Figura 12. Ubicación de residencia de los motociclistas.....	49
Figura 13. Sectores de la ciudad en los cuales residen los motociclistas. ....	50
Figura 14. Respuestas sobre la razón de cambio de los neumáticos de motocicletas en los talleres. ....	52
Figura 15. Respuesta sobre el conocimiento post-consumo de un neumático.	53
Figura 16. Respuesta sobre los programas de gestión de neumáticos. ....	54
Figura 17. Respuesta sobre programas de gestión de neumáticos. ....	55
Figura 18. Respuesta al interés por parte del taller a formar parte de los centros autorizados de almacenamiento temporal de neumáticos. ....	56
Figura 19. Sectores de los talleres de cambio de neumáticos de motocicleta.	57
Figura 20. Porcentaje aproximado de compra por tipo de neumáticos de motocicleta.....	59

Figura 21. Porcentaje anual de comercialización de neumáticos de motocicleta. .....	61
Figura 22. Respuesta sobre el conocimiento de un programa para la recolección de neumáticos de manera temporal. ....	62
Figura 23. Respuestas sobre el interés en recibir información sobre una adecuada disposición final y métodos de recuperación de los NFU. ....	63
Figura 24. Respuesta sobre el interés de la distribuidora a formar parte de los centros autorizados de almacenamiento temporal. ....	64
Figura 25. Ubicación de las distribuidoras de neumáticos de motocicletas. ....	65
Figura 26. Ciclo de Deming.....	71

## 1. Capítulo I. Introducción

### 1.1. Antecedentes

A nivel mundial la gran producción de neumáticos acarrea conflictos, sobre todo al momento de realizar una correcta gestión de los residuos generados, estableciendo uno de los problemas ambientales más peligrosos a escala mundial en los últimos años. Se tiene conocimiento que un neumático al momento de ser fabricado necesita elevadas cantidades de energía; como referencia se tiene que para producir un neumático de camión es necesario medio barril de petróleo (Louis, Beliczky & Fajen, 2012). Esto puede ocasionar una severa dificultad para dar un adecuado proceso de reutilización a un neumático, debido a los compuestos tóxicos que los conforman, contribuyendo así a la contaminación en torno al mal manejo de la gestión en cada vertedero (López, 2017).

Por otro lado, existe un método de manejo menos contaminante el cual consiste en un almacenamiento temporal; sin embargo, existen riesgos sobre problemas de salubridad en estos lugares o en los vertederos debido a que los neumáticos con las condiciones climáticas a las que se exponen sufren una degradación química (Iglesias, 2018). Además, la indebida acumulación en lugares no adecuados contribuye a la formación de escollos en donde la propagación de insectos y distintos animales vectores generan problemas en los ecosistemas y en la salud humana (Publicaciones Vértice, 2008).

La contaminación de los ecosistemas por parte de los neumáticos empieza desde su fabricación hasta su post-consumo convirtiéndolo en uno de los principales contaminantes en el planeta, debido al aumento de su comercialización ocasionado por la alta demanda que aumenta considerablemente cada año (Seoáñez, 2002). Se emiten contaminantes al aire debido al proceso de elaboración de los neumáticos, tales como los Compuestos Volátiles Orgánicos (COVs) que se producen cuando los tanques de almacenamiento de sustancias químicas que unen los compuestos de hule se encuentran abiertos generando grandes cantidades de benceno, fenoles,

tolueno y óxidos de plomo. Los COVs causan malos olores y son perjudiciales para el sistema nervioso del ser humano (Jaramillo et al, 2009).

Existen otros materiales que son elementos primordiales como el hule natural y sintético, al momento de elaborar un neumático las tres cuartas partes están constituidas por hule por lo que constituye un indicador importante en el proceso de la industria de los neumáticos, para la elaboración de los productos de hule es importante tener en cuenta que se debe realizar mezclas de varios tipos de hule con aditivos, tales como: antioxidantes, aceites, catalizadores, plastificantes, pigmentos, aceleradores y rellenos (Cabrera, 2010).

La producción de neumáticos es el principal enfoque de la industria de hule, esto genera un enlace en el mercado automotriz, debido a que el suministro de neumáticos es indispensable para los vehículos. Los fabricantes hacen contratos principalmente en las empresas de autos y camiones, por lo tanto, existe una comercialización masiva de los mismos. Con la compra y venta de autos nuevos, se origina un vínculo directo entre la situación económica general y el gasto en la dinámica del consumo de la población (Avilez, 2009).

En algunas industrias se realizan procesos de reencauchado a los neumáticos para alargar la vida útil de sus demás componentes que no sea el labrado, pero se debe tomar en cuenta que un proceso previo es la combustión de las mismas, lo que ocasiona contaminación ya que se liberan gases como CO<sub>2</sub> o SO<sub>2</sub>, interviniendo en el calentamiento global y la formación de lluvias acidas (Alemán, 2008).

## **1.2. Planteamiento del problema**

Los neumáticos de motocicleta fuera de uso se encuentran en su mayoría en talleres donde se realizan arreglos y mantenimientos.

Debido al aumento del tránsito muchas personas optan por comprar un vehículo más rentable que les permita la movilización a lo largo de la ciudad sin muchas complicaciones, uno de estos vehículos es la motocicleta que hoy en día ofrece

al usuario una movilidad más eficiente y ágil sobre todo en horas pico en las que la ciudad de Quito es muy congestionada. Según el INEN, en el año 2019 el crecimiento de motocicletas fue de 6.4% anual con respecto al año anterior, esta información se complementa con los datos del sistema de matriculación vehicular que registró un incremento de 5% de nuevas motocicletas cada año con respecto al año anterior; sin embargo, se debe tomar en cuenta el porcentaje de motocicletas que no llegan a ser matriculadas a tiempo o las que son utilizadas en deportes de montaña que tampoco llevan un registro de matrícula. Evidentemente, día a día es mayor la cantidad de Neumáticos Fuera de Uso (NFU), que se generan a nivel del DMQ, la acumulación de los neumáticos en los rellenos sanitarios de manera descontrolada causa afectaciones a los ecosistemas debido a que se pierden espacios de vegetación, existe compactación del suelo, acumulación de agua que se llega a estancar y es un foco de infecciones donde se acumulan roedores, insectos voladores portadores de enfermedades a las personas que se encuentran cerca de estos lugares (INEN, 2019).

En Ecuador, se usan alrededor de tres millones de neumáticos al año, de los que solo se reciclan 1,5 millones (PNGIDS, 2018). Esto se debe a la mala gestión del desperdicio de los NFU.

El proceso de gestión de los neumáticos fuera de uso incluye una fuerte responsabilidad por parte del productor, principalmente en los neumáticos de reposición, los cuales son reemplazados por los neumáticos utilizados en las motocicletas, al terminar su vida útil. Los productores mediante la Responsabilidad Ampliada del Productor (RAP) son responsables de realizar una gestión directa de los neumáticos fuera de uso, o a su vez pueden realizar la entrega de estos a gestores autorizados dentro del país (PNGIDS, 2018). Esto implica una intervención a nivel de los sistemas de gestión de una manera que favorezca económicamente a los pequeños negocios para ser receptores de neumáticos fuera de uso (Sadhvani, 2015).

Los neumáticos viejos y usados deben ser calificados como residuos especiales, ya que ocupan un gran volumen, su manejo es complicado y su producción es

masiva. Uno de los derivados de los neumáticos usados son las llantas, compuestas por: una cadena de polímeros (copolímero butadieno-estireno), caucho sintético o natural, varios materiales de relleno como el negro de humo; y, refuerzos como lo son la fibra de vidrio y de acero. La disposición de las llantas es complicada, por su estructura química, lo que impide un adecuado reciclaje debido a la temperatura que se aplica para proporcionarles una nueva forma, al igual que los elementos termoplásticos (Castells, 2009). Además, la degradación de una llanta tarda 600 millones de años aproximadamente.

Otra consecuencia es la compra desmedida de llantas usadas, las cuales se utilizan dentro de la comercialización del reencauche, pese a esto un gran porcentaje de llantas no son útiles para el reencauche y son regresadas al lugar en donde se compraron, por lo que existen personas que para evitar la acumulación de estos neumáticos prefieren quemarlos o depositarlos en los contenedores de basura municipales. Los efectos negativos que los neumáticos generan a los ecosistemas y a la salud pública son diversos, debido a los gases tóxicos producidos por la quema a cielo abierto; es aquí donde surge la necesidad de lograr un control sustentable, el transporte adecuado y la búsqueda de un destino final apropiado para una gestión integral del neumático con el fin de reinsertarlo en la cadena productiva aplicando la logística inversa de este modo se contribuye con el cuidado de la ecología (Red Española de Compostaje, 2014).

La gestión integral de los residuos en el Ecuador se encuentra bajo la normativa que define como desecho a las sustancias o materiales que se generaron como resultado de un proceso de producción, transformación, reciclaje, consumo o utilización y según su disposición final son clasificados de acuerdo con la legislación aplicable actual (MAE, 2015). Para una adecuada gestión integral de los desechos especiales se efectúa mediante las siguientes fases: minimización, generación, separación en la fuente, almacenamiento, recolección, aprovechamiento y disposición final (PNGIDS, 2018).

En el Distrito Metropolitano de Quito, la gestión de residuos debe ser prioritaria para optimizar los recursos disponibles y prevenir la contaminación del ambiente.

La responsabilidad de las municipalidades debe enfocarse en la recolección y almacenamiento de los desechos especiales ya que existe una falta de manejo e incumplimiento de normativa por parte de los usuarios finales y principalmente de talleres de mantenimiento de motocicletas y distribuidores; sumando a esto que por parte de las autoridades no existe el adecuado control ni monitoreo para poder obtener información y establecer medidas regulatorias, establecidas en la normativa. La normativa que regula la gestión de los residuos especiales en Ecuador es incompleta, confusa y en ocasiones desconocida. Por lo que cada municipio la interpreta y la lleva a cabo con escaso apoyo gubernamental, haciendo que la población no sea copartícipe al momento de tomar decisiones para la recogida y aseo, y ante la falta de credibilidad en las autoridades genera una mala educación ambiental (MAE, 2013). En el país solo el 37% de Municipios cumplen con la separación en la fuente y únicamente el 10% se recolecta de forma diferenciada desde la fuente (INEC, 2015).

### **1.3. Objetivos**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Proponer una metodología de logística inversa para la recuperación de llantas de motocicletas post-consumo.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Analizar el comportamiento post-consumo de las llantas de motocicletas.
- Establecer la estrategia de recuperación de las llantas de motocicletas.

### **1.4. Alcance**

El presente trabajo de fin de carrera propone el desarrollo de una propuesta de metodología a partir del análisis post-consumo de los neumáticos de motocicletas en el DMQ, teniendo identificados como actores de consumo finales a: talleres de cambio de neumáticos de motocicletas, distribuidores autorizados

de neumáticos de motocicletas y una asociación de motociclistas, con el fin de garantizar su retorno al proceso de producción mediante la adecuada gestión de residuos sólidos aplicando un modelo de logística inversa.

Este trabajo se limita a neumáticos provenientes de motocicletas establecidas dentro de la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 096, al levantamiento de información en una muestra representativa de los actores antes mencionados; y, el planteamiento de alternativas que buscan la recuperación de los neumáticos fuera de uso (NFU).

### **1.5. Justificación**

Anualmente en el Ecuador se desechan indebidamente más del 50% de neumáticos de motocicleta comercializados es decir 457.985 neumáticos que terminan en un botadero municipal (PNGIDS, 2018). Únicamente un pequeño porcentaje de neumáticos son debidamente gestionados para su debida reutilización como materia prima en los procesos de producción de elementos que tienen como su principal materia prima al caucho o hule; el problema persiste debido a que el 80% de estos residuos son depositados en basureros que se encuentran al aire libre o son incinerados o almacenados en espacios no aptos para esta actividad, este problema figura como una amenaza contra el medio ambiente (PNGIDS, 2018).

Haciendo frente a la problemática, el Ministerio del Ambiente (MAE), expidió mediante el Acuerdo Ministerial No. 098 el PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE LOS NEUMÁTICOS USADOS, el cual tiene por objeto instaurar varias exigencias, normas, especificaciones y procedimientos ambientales con el fin de aplicar, elaborar y controlar los planes para recuperar y tratar los neumáticos (MAE, 2017).

Las alternativas existentes para la reducción en la generación de los NFU son limitadas, entre estas se tiene que el fabricante puede alargar la vida útil de los neumáticos para que el tiempo de remplazo se alargue y la generación de estos anualmente se reduzca; y, para los usuarios se deberán tomar medidas de

mantenimiento de la motocicleta y del neumático como es la adecuada presión de inflado (MAE, 2013).

La metodología conocida como logística inversa describe procesos para la recuperación y reciclaje de los residuos especiales con el fin de utilizarlos en los procesos de retorno de excesos de inventario, productos obsoletos, devoluciones de clientes e inventarios de materia prima. Al momento de aplicar la logística inversa, esta proporciona la creación de medios de recogida selectiva del residuo sean: industriales, de vehículos o neumáticos fuera de uso, residuos de construcción o residuos de equipos electrónicos; entonces la logística inversa puede ser tomada como una estrategia basada en la recuperación de los residuos originados ya sea por una actividad de consumo o de producción (Mora et al, 2013).

Al momento de aplicar la logística inversa en la gestión de los residuos especiales se pone en práctica el reciclaje de los residuos en desuso, en este caso los neumáticos que cumplieron con su vida útil entran a un proceso logístico que contempla varios factores desde el lugar en donde se encuentran los centros de acopio, la recolección, el método que fomente en los consumidores poner en marcha la actividad, la clasificación e inspección de los desechos, el almacenamiento y transporte hacia el gestor, considerando alternativas que minimicen el aprovechamiento de los recursos. Es necesario contemplar un flujo logístico en sentido contrario, esto quiere decir que ira desde el consumidor hasta el productor, dando lugar al modelo de logística inversa, en un ámbito táctico operativo y estratégico (Iglesias, 2018).

Al momento de evaluar y aplicar la responsabilidad extendida por parte del productor la cual fomenta el establecimiento de métodos exitosos, sostenibles y eficientes en la gestión de los residuos a nivel mundial, la responsabilidad extendida establece que el fabricante o importador que es denominado como productor, ya que coloca un producto en el mercado para su comercialización, es responsable del producto hasta que termina su vida útil. Por lo tanto, se deberá encargar de su recuperación a través de los mecanismos de logística inversa la cual establece que la recuperación del residuo debe ser desde su

generación en la cadena de distribución y comercialización del producto para garantizar la gestión adecuada y cumplir con las metas establecidas de recuperación propuestas por el MAE (PNGIDS, 2018).

## **2. Capítulo II. Marco Teórico**

### **2.1. ¿Qué son los neumáticos?**

Los neumáticos son una pieza de forma toroidal, resultante de procesos tecnológicos que forman la unión entre un determinado vehículo y una superficie (Conae, 2015). La superficie al momento de entrar en contacto con cada neumático cumple con varias funciones, las cuales son: guiar el vehículo con exactitud por determinadas superficies con irregularidades, circular de forma segura, soportar el peso del vehículo resistiendo el traspaso de las cargas en las frenadas y aceleradas y proporcionar al vehículo estabilidad al momento de bajar o subir una pendiente (Wong, 2015).

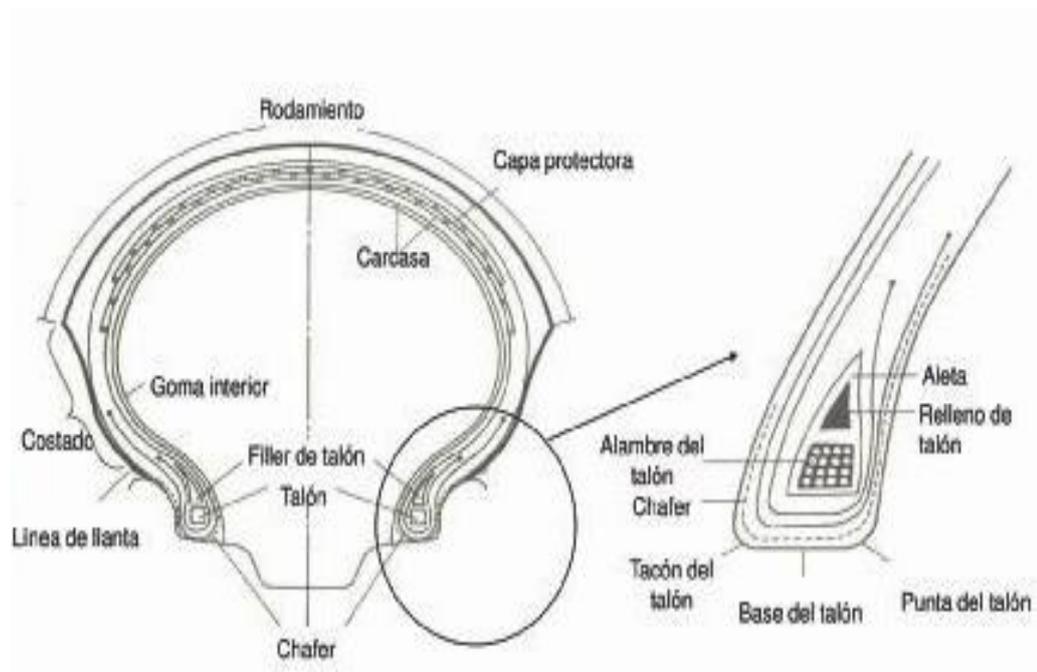
#### **2.1.1. Características de los neumáticos de motocicleta**

Las características de cada neumático deben ser apropiadas para lograr una resistencia al desgaste por causas del rodaje, además que debe seguir con las indispensables normas de seguridad. El neumático es el componente más significativo de la motocicleta, debido a que la motocicleta debe estar diseñada en función de los neumáticos óptimos para poder elegir entre una gran variedad de diseños, para esto es necesario conocer el comportamiento de un neumático y cuáles son las fuerzas que actúan en su rodamiento sobre la carretera (Rubio, 2018). La forma de la superficie influye drásticamente en la deformación del neumático, este factor incide críticamente en su rendimiento ya que la resistencia a la cual puede someterse el neumático proviene de su estructura interna como de las capas de: nylon, rayón, kevlar e incluso de acero. Al momento de tejer los hilos, es necesario que estos vayan entrelazados ya que con esta técnica se consigue una flexibilidad multidireccional; sin embargo, si estos hilos se encuentran mal tejidos se pueden producir desgastes y averías imprevisibles en

toda la estructura del neumático ocasionando una reducción de su vida útil considerablemente (Rosas et al, 2019).

Según (FMVC, 2015) la estructura principal de un neumático de motocicleta se compone de la siguiente manera:

- **Rodamiento:** Capa entre la estructura de la llanta y el camino.
- **Cinturón de acero:** Entrega resistencia y estabiliza la banda.
- **Aros de Talón:** Cuerpo de alambres de acero de alta resistencia, que da robustez y mantiene el diámetro de la llanta.
- **Capa estabilizadora:** resiste la flexión y protege la capa radial.
- **Goma Interior:** Contiene la presión del aire.
- **Capa protectora:** Amarra la capa radial y estabiliza la zona de transición de la ceja.



*Figura 1.* Esquema estructural de un neumático.

adaptado de: FMVC, 2015.

### 2.1.2. Tipos de los neumáticos de motocicletas

De acuerdo con lo establecido por la Federación de Motociclistas (FMVC, 2015).

Los tipos de neumáticos de motocicletas se clasifican de la siguiente manera:

- Los neumáticos de motocicletas de tipo *“Motocross”* están destinados a circular sobre circuitos cerrados únicamente, ya que son aptos para la práctica de este deporte. Para ser más eficientes tienen tacos anchos y, por lo general, los neumáticos de estos no están homologados para circular en las vías públicas.
- Los neumáticos de motocicleta de tipo *“Trial”* muestran diferencias evidentes en comparación con el *“Enduro o el Motocross”*. Siendo estos los menos erosivos a diferencia de los empleados para la práctica del deporte de moto en campo, debido a que la composición es blanda para aumentar la adherencia en terrenos deslizantes y pedregosos. Cuentan con una carcasa reforzada para brindar una elevada durabilidad y resistencia.
- Los neumáticos de *“Enduro”* son derivados de los de *“Motocross”*. Están equipados para ser utilizados en vías públicas y contienen todos los elementos de seguridad y señalización. Su taco es menos agresivo y erosivo a diferencia de los montados para práctica del *“Motocross”*. El compuesto está mejorado para una mayor resistencia, abrasión y desgaste en el campo. La geometría y distribución de los tacos se encuentran optimizados en la atracción de la motocicleta y el frenado.
- Los neumáticos *“Mixtos o Trail”* son capaces de salir del asfalto y rodar sobre caminos de tierra. Como su nombre lo dice su uso es mixto en asfalto y tierra. Estos neumáticos se encuentran constituidos por gomas duras. Su temperatura de funcionamiento es relativamente baja y tiene buena longevidad.

### **2.1.3. ¿Qué es el hule y como se elabora?**

Para la elaboración adecuada del compuesto de hule, hay que realizar las siguientes fases: extrusión, compresión de moldeado y calandro, en esta última fase el hule es deformado mediante una fuerza aplicada; luego se transforma en un elastómero, mediante el proceso de vulcanización la fuerza que se aplicó se elimina y el material recupera su forma original. Asimismo, en la fase de calandro se lleva a cabo la formación de una nueva unión química a las cadenas del polímero individual, esto genera elasticidad asociada con el hule. El moldeado y la vulcanización en ciertas ocasiones se lo puede hacer en un solo paso (Badenes, 2014).

El hule sintético dentro del consumo al momento de elaborar un neumático representa el 60%, el restante es hule natural. El precio del hule natural es menor en comparación con el sintético; sin embargo, es menos resistente, siendo un factor importante dentro de los procesos industriales (Rodríguez, 2015).

Existen alternativas de reutilización de los neumáticos de motocicletas, así como el aprovechamiento de los componentes del neumático en general, los cuales se pueden usar como materia prima en varios procesos, por ejemplo: en el aprovechamiento del hule, el caucho, las partes metálicas, etc. Esto permite obtener materia prima para la elaboración de productos a base de caucho, con el fin de solucionar medioambientalmente el problema que conlleva la producción y acumulación de NFU (Castells, 2000).

## **2.2. Importación de neumáticos de motocicletas y producción local**

En Ecuador, principalmente se importan neumáticos originarios de China y Brasil, esto se da debido a los bajos costos de la materia prima y la mano de obra. La siguiente tabla indica el incremento de las importaciones desde el año 2014 (Castillo, 2017).

Tabla 1.

*Total, de neumáticos en el país.*

Año	Importaciones	Producción Nacional
2014	2.845.762	225.000
2015	3.941.132	250.000
2016	3.477.873	275.000
2017	4.210.453	300.000
2018	6.649.544	325.000

Adaptado de (PNGIDS, 2018).

### **2.2.1. Importaciones de neumáticos por subpartida arancelaria**

La importación de neumáticos está regulada por el Servicio Ecuatoriano de Normalización (INEN), el cual es el ente encargado de catalogar las importaciones en registros, conocidos como: partidas arancelarias. Este es un código que indica el bien objeto de importación y detalla los subcampos existentes conocidos como subpartidas arancelarias.

Tabla 2.

*Partida Arancelaria.*

Clasificación	Descripción
---------------	-------------

Sección VII	Plástico y sus manufacturas; caucho y sus manufacturas
40	Caucho y sus manufacturas
40.11	Neumáticos (llantas neumáticas) nuevos de caucho
40.11.40.00.00	De los tipos usados en motocicleta

---

Tomado de (SENAE, 2010).

A continuación, se observa la tabla 3, en la cual se ha resumido la cantidad de neumáticos de motocicletas importados desde el año 2014 hasta el año 2018 en el Ecuador.

Tabla 3.

*Importación de neumáticos de los tipos usados en motocicletas.*

2014	2015	2016	2017	2018
657.317	737.755	829.030	768.008	873.720

---

Adaptado de (PNGIDS, 2018)

### **2.2.2. Producción Nacional de neumáticos de motocicletas**

En el Ecuador la única empresa que fabrica neumáticos para todo vehículo es la empresa Continental TIRE ANDINA, se encuentra ubicada en la ciudad de Cuenca y produce la gran mayoría de neumáticos de tipo radial y convencional bajo las marcas “General Tire” y “Barum”. Actualmente, en el mercado nacional las ventas por parte de este sector representan un 40% (Continental, 2015). Los

datos de fabricación de neumáticos de motocicletas en el país se observan en la tabla 4, estos han sido recopilados desde el año 2014 hasta el año 2018.

Tabla 4.

*Neumáticos de motocicleta fabricados en el país.*

2014	2015	2016	2017	2018
51.750	45.000	63.250	54.000	42.250

Adaptado de (Continental, 2018).

### **2.3. Normativa nacional para el manejo de residuos especiales**

Los neumáticos que cumplieron con su vida útil son considerados fuera de uso (NFU), por lo que pasan a convertirse en un residuo; esto quiere decir que su usuario lo ha desechado o ha tenido la intención u obligación de hacerlo. Según el Acuerdo Ministerial No. 061 de 4 de mayo de 2015, los neumáticos son considerados como desechos especiales, puesto que son desechos que sin ser peligrosos, por su naturaleza, logran un gran impacto a la salud o al ambiente, debido a su volumen de generación y, especialmente por su difícil degradación; por lo cual se debe implementar sistemas de recuperación, reutilización y reciclaje con el propósito de reducir la cantidad de desechos generados de este tipo, evitando su extemporáneo manejo y disposición final para minimizar la saturación de los rellenos sanitarios.

La gestión integral de neumáticos usados en el país se ejecuta de acuerdo con lo establecido en el Acuerdo Ministerial No. 098 de 6 de agosto de 2015 “Instructivo para la gestión de neumáticos usados”, que en su artículo 3 establece que: los neumáticos usados (código ES-04) son considerados desechos especiales según el Acuerdo Ministerial No. 142 de 11 de octubre de 2012. Para efectos de cumplimiento de este instructivo también se ha considerado lo

descrito en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN No. 2096 Neumáticos. Definición y Clasificación.

Cabe destacar que, el ámbito de aplicación de este instructivo es para toda persona natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera que dentro del territorio nacional participa en la fabricación y/o importación de neumáticos, siendo la comercialización, distribución y uso final corresponsables de la implementación y ejecución de la elaboración de los “Planes de Gestión Integral Neumáticos Usados”.

#### **2.4. Cifras de neumáticos recuperados en el Ecuador**

De acuerdo con el análisis de datos nacionales sobre los neumáticos que fueron desechados desde el año 2014 hasta el 2018, se han establecido porcentajes que reflejan la cantidad de neumáticos recuperados, no recuperados que posiblemente se encuentren en rellenos sanitarios o acumulados en sitios no autorizados ocasionando un problema ambiental y de salud pública.

##### **2.4.1. Totalidad de Neumáticos recuperados**

El total de neumáticos que fueron recuperados en Ecuador en base a la meta que se encuentra descrita en la normativa AM 098 y, de acuerdo con la información proporcionada por el PNGIDS, se encuentra en unidades de porcentaje en las tablas incluidas a continuación:

Tabla 5.

*Cifra de neumáticos en porcentaje (%) sin recuperar en Ecuador.*

2014	2015	2016	2017	2018
79,68	76,01	71,75	73,94	80,71

Adaptado de (PNGIDS, 2018).

Un pequeño porcentaje de los neumáticos del total de importación corresponden a los neumáticos de motocicletas. De igual manera el número de neumáticos recuperados de este tipo es muy bajo; los porcentajes de la tabla 5 corresponden únicamente a los neumáticos recolectados del total de neumáticos importados de motocicletas en el Ecuador.

Tabla 6.

*Cifra de neumáticos de motocicletas en porcentaje (%) recuperado en Ecuador.*

2014	2015	2016	2017	2018
18,40	14,22	17,10	13,48	10,60

Adaptado de (PNGIDS, 2018).

#### **2.4.2. Recuperación de neumáticos de Motocicletas en el DMQ**

En el DMQ existen gestores que se encargan de la recepción de los neumáticos fuera de uso para poder reinsertarlos en las cadenas productivas mediante programas que incentivan la reutilización y el reciclaje de estos y, también ofertar los productos que se pueden elaborar con los materiales recuperados que se obtienen de un NFU (EMGIRS, 2017). Los gestores que realizan este trabajo se denominan: gestores logísticos, los cuales se encargan de la ubicación y acondicionamiento de centros de acopio temporal de NFU para su posterior recolección y transporte hasta los gestores encargados del reciclaje de aquellos materiales que pueden ser reutilizados y la posterior eliminación de la fracción no recuperable (Ecocaucho, 2013). Estos gestores también se encargan de clasificar a los neumáticos de acuerdo con la función de su estado. Según Cano, Cerezo y Urbina (2015), los neumáticos fuera de uso de clasifican en:

- Neumáticos que no superen aún su vida útil: pueden ser instalados en otras motocicletas o tenerlos como neumáticos de refacción.

- Neumáticos para rencauchar: son los que tienen gastada la banda de rodamiento; sin embargo, reúnen las condiciones técnicas para que puedan ser utilizadas mediante la técnica del rencauchado.
- Neumáticos no idóneos: son considerados en este grupo los neumáticos que no se encuentran dentro de los fines de reutilización o rencauche, estos son entregados al gestor que está sujeto a una autorización previa al inicio de su actividad, para su transformación en materia prima para la elaboración de materiales a base de caucho.

Pese a esto el porcentaje de neumáticos de motocicleta recuperados en el DMQ es muy bajo según el análisis de datos desde el año 2014 hasta el año 2018, esto se puede evidenciar en la tabla 7.

Tabla 7.

*Neumáticos en el DMQ recuperados en porcentaje (%).*

2014	2015	2016	2017	2018
8,60	8,78	8,90	8,52	8,40

Adaptado de (PNGIDS, 2018)

Es evidente que la gran mayoría de neumáticos de motocicleta que son desechados al año no tienen una correcta gestión, contribuyendo a una pérdida de la materia prima que se puede obtener a partir de estos y a la contaminación ambiental, el porcentaje sin recuperar se puede evidenciar en la tabla 8.

Tabla 8.

*Neumáticos en el DMQ sin recuperar en porcentaje (%).*

2014	2015	2016	2017	2018
------	------	------	------	------

91,40	91,22	91,10	91,48	91,60
-------	-------	-------	-------	-------

---

Adaptado de (PNGIDS, 2018)

En la actualidad, en el Distrito Metropolitano de Quito, a los neumáticos fuera de uso se los puede encontrar en gran cantidad y acumulados por montones en talleres de cambios de neumáticos, en quebradas y en el relleno sanitario, lo que ocasiona un impacto ambiental a mediano y largo plazo debido a la lenta descomposición de sus componentes como son el caucho, el acero, el negro de carbono y las fibras textiles, que al desecharlos incorrectamente, el neumático se convierte en un despilfarro de materia prima que puede ser utilizada para realizar: rellenos de campos de césped artificial, asfalto de calles y carreteras, suelos de parques infantiles, suelas de calzado, elementos decorativos, etc. (MAE, 2017).

## 2.5. Datos de generación de NFU y previsiones de recuperación

Los programas de gestión integral (PGI), fueron aprobados para definir las estrategias y las metas anuales de recuperación y gestión de neumáticos usados para un periodo de 5 años; es así como, según lo establecido en el numeral 9.6 sobre la proyección de metas anuales de recuperación del Anexo 1 del Acuerdo Ministerial No. 098, la tasa de recuperación para los años 2014 y 2015 fue del 30% del total de ventas. Mientras que, para los años 2016 y 2016 fue del 35% y para el año 2018 la meta fue del 40%. Al año 2019 se ajustó la meta al 45% de recuperación del total de neumáticos; estos datos proporcionados por el PNGIDS correspondientes a los datos recolectados en programas de recuperación de neumáticos se pueden visualizar a continuación en la tabla 9.

Tabla 9.

*Neumáticos fabricados en el país.*

---

Año	Meta/Recuperación	AM 098 Neumáticos
-----	-------------------	-------------------

---

2014	Meta	552.434
	Recuperación	578.105
2015	Meta	874.879
	Recuperación	945.442
2016	Meta	982.168
	Recuperación	994.704
2017	Meta	1.097.068
	Recuperación	1.239.974
2018	Meta	1.239.974
	Recuperación	1.282.842

---

Adaptado de (PNGIDS, 2018)

Nota: Los datos registrados en cuanto al incremento de la meta son únicamente hasta el 2018, dado que la autoridad competente (PNGIDS) realiza el cierre fiscal de los resultados de cada año en enero del siguiente periodo; por lo que no se dispone de información correspondiente a la meta de recuperación del 2019.

## **2.6. Programas de recuperación de neumáticos en el Ecuador**

### **2.6.1. Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos del Ministerio del Ambiente (PNGIDS)**

El Gobierno Nacional a través del Ministerio del Ambiente, en abril del 2010 creó el Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos (PNGIDS). Con el fin de contribuir con la minimización del impacto ambiental que se genera por el inadecuado manejo de los residuos sólidos urbanos. Entre las funciones principales del programa se encuentran: elaboración de estudios de reinversión, incentivos para el fortalecimiento de la gestión integral de residuos sólidos en los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GADs), desarrollo de políticas para la gestión integral de residuos sólidos, minimización de impactos ambientales y aprovechamiento de residuos sólidos (MAE, 2010). Este es un programa encargado de precisar políticas y normativas para la gestión integral y sostenible de los residuos sólidos a escala nacional, cuya ejecución y aplicación es compromiso de cada uno de los gobiernos autónomos descentralizados (MAE - PNGIDS, 2010).

De igual manera, este programa establece los objetivos para que los productores o importadores directos de neumáticos, que hayan expuesto sus planes integrales de gestión, sean directamente los delegados del desplazamiento y gestión de los neumáticos fuera de uso en varios puntos alrededor del país. Un plan de gestión dispone de varios procedimientos para la recuperación de residuos, con una perspectiva integral y sostenible que busca aminorar la contaminación ambiental, mejorando la calidad de vida de los ciudadanos y promoviendo la preservación de los ecosistemas mediante estrategias, actividades, estrategias de capacitación y estímulo a los diferentes actores identificados (PNGIDS, 2018).

### **2.6.2. Plan Nacional de Movilización de Neumáticos Fuera de Uso**

El Ministerio del Ambiente a través del PNGIDS desde el 2012 viene coordinado la ejecución del Plan Nacional de Movilización de Neumáticos Fuera de Uso, en conjunto con el Ministerio de Salud Pública, con el objetivo de retirar el 100% de los NFU que se encuentran apilados en los botaderos municipales, rellenos

sanitarios, o escombreras, con el fin de ser entregados a los gestores autorizados en las diferentes ciudades del país para controlar su inadecuada disposición final. Este Plan Nacional se realiza en coordinación con las Direcciones Provinciales de Ambiente (DPA), los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) (MAE, 2018).

Al retirar los NFU de los sitios de disposición final, esta Cartera de Estado contribuye de manera eficaz en el control y en la disminución de este problema ambiental el cual conlleva a un problema social, asociado al inadecuado tratamiento final de estos residuos; de este modo se logra, la disminución de los pasivos ambientales, se alarga la vida útil de los rellenos sanitarios y se evita la proliferación de enfermedades, sobre todo del dengue, debido a la acumulación de agua en los neumáticos que se encuentren al aire libre (MAE, 2012).

En este ámbito y en el marco del cumplimiento de lo establecido por el AM No. 098 sobre Gestión Integral de Neumáticos usados, tanto productores como importadores desde el año 2013 forman parte activa del proceso de movilización a nivel nacional, aplicando el principio de Responsabilidad Extendida del productor/importador (MAE, 2015).

## **2.7. Modelos de gestión de los NFU**

Es importante tener en cuenta que, un modelo de gestión integral de desechos sólidos debe estar compuesto por las etapas necesarias para un correcto funcionamiento, las cuales deberán constar de: identificación de los puntos de recolección del desecho (que se encuentren en los sitios de almacenamiento temporales), un modelo de separación desde su origen y, un tratamiento previo a su disposición final. Para dar continuidad a este proceso es importante priorizar las actividades de almacenamiento y limpieza del desecho para garantizar un buen estado de este y que pueda ser útil posterior a su clasificación. Estas acciones también forman parte del ciclo de gestión de lo que se conoce como producto-residuo (Antonio, et al, 2017).

En el Ecuador se han establecido los requisitos según consta en el Acuerdo Ministerial No. 098, para realizar procedimientos ambientales en el marco de la elaboración y aplicación de un Plan de Gestión Integral de Neumáticos Usados, con el fin de reducir, reutilizar y reciclar la mayor cantidad de neumáticos posible.

El Plan de Gestión consta de:

- **Actuaciones de prevención**

Con el fin de realizar la optimización sobre la reducción de los residuos y toxicidad que se genera al momento de su acumulación, para ello es necesario tener en cuenta que se deben tomar varias acciones referentes a la adquisición del producto hasta que se convierta en un residuo para posteriormente realizar su gestión. Es necesario incentivar en el usuario el consumo responsable, el mantenimiento preventivo y correctivo y la cultura de responsabilidad ya sea con la reutilización del neumático o la entrega a un gestor autorizado.

- **Modelo de separación**

Se caracteriza principalmente por la separación en el origen que realiza el usuario, esta fase es muy importante, ya que es aquí donde se clasifican los residuos por su tipo, permitiendo que la recolección de estos sea más sencilla y ordenada.

- **Sistema de Recolección**

Es significativo tener en cuenta que el sistema de recolección dependerá de cómo el usuario deseche su neumático, ya que lo puede depositar en el origen para que un recolector lo reciba o movilizarse a un punto de almacenamiento temporal de neumáticos para su posterior gestión.

- **Tratamientos y disposición final**

Al recolectar el neumático fuera de uso se le aplica un tratamiento que consiste principalmente en su correcta limpieza y verificación del estado de uso, ya que dependerá mucho de su condición actual su posterior

utilización en las diferentes áreas de la gestión. Se enviará a su disposición final mediante la entrega al gestor autorizado para la recuperación de la mayor cantidad de materia prima, que será utilizada en procesos de fabricación de productos a base de: caucho, acero, hilos textiles.

## **2.8. Modelo de Logística Inversa**

En primer lugar, es importante diferenciar el concepto clásico de logística directa, que se entiende como la actividad de cada empresa con el objetivo principal de planificar y gestionar todas las operaciones que estén relacionadas directamente con el flujo de materias primas, productos terminados, productos semielaborados desde su origen hasta su consumidor final (Hernández, 2014). Mientras que, la propuesta de la logística inversa, forma parte de una tendencia moderna denominada "cadena de suministro inversa" donde los fabricantes diseñan los procesos eficaces para reusar los productos, existen varias definiciones sobre esta logística, es también llamada "distribución inversa", "retro logística" o "logística de la recuperación y el reciclaje. Comprende operaciones relacionadas con la reutilización de productos y materiales que incluyen las actividades logísticas de recolección, desembalaje y procesos de materiales de productos usados o sus partes, para poder garantizar una recuperación ecológica sostenible (Aragundi & Almendariz, 2012).

En definitiva, la logística inversa es parte de un proceso de la cadena de producción en el cual se organiza, elabora y examina un flujo de almacenamiento de productos y sus transformaciones que sufren estos desde el punto de generación hasta el punto de consumo de una manera eficiente en el menor tiempo posible y con un costo muy bajo, para poder satisfacer los requerimientos de los consumidores (Badenes, 2013).

### **2.8.1. Objetivo de la logística inversa**

El objetivo de la logística inversa se basa en obtener un valor por un bien a un punto final distinto al habitual. Para la disposición final de este tipo de desechos,

en el objetivo se involucran tanto, las devoluciones de los productos que no cubrieron las expectativas de los clientes al no poder brindar un nivel de calidad esperado, como también la posibilidad de recuperar productos que ya fueron utilizados, es decir que terminaron su ciclo de vida, o próximos a finalizarlo, y no pueden seguir satisfaciendo las necesidades de los usuarios (EMGIRS, 2017).

Al ocurrir esto, existe la posibilidad que mediante la aplicación de este tipo de logística las empresas obtengan una oportunidad económica aprovechando el producto usado al añadirle un valor con el fin de incorporarlos en cierto proceso de producción, permitiendo a la organización: reciclarlo, reutilizarlo, introducirlo en otro mercado como materia prima o desecharlo de una manera adecuada (Haller, 2010).

### **2.8.2. Sistemas de información de la Logística Inversa**

Según Betancur (2015), las industrias se basan en sistemas de información que satisfacen las necesidades de los datos que pueden ser medibles y que están disponibles sobre la capacidad para realizar operaciones en cada proceso y de este modo, obtener información acerca de:

- Proporcionar requerimientos a las necesidades de los procesos de los datos correspondientes a los aspectos legales que se encuentran basados en las normativas de los componentes de las cadenas de suministro.
- Brindar información sobre las actividades de planeación, toma de decisiones y control a los administradores de negocios y distribuidores de productos
- Proporcionar una variedad de información detallada sobre los clientes externos e internos.
- Relación exhaustiva sobre los productos que provienen de fuentes internas y externas detallada de los artículos que provienen de las fuentes internas y externas.

- Categorización de cada elemento que fue establecido en el proceso de logística inversa.
- Proporcionar información de cada resultado de las fases del ciclo de vida de los productos provenientes de la reutilización, reciclaje y destino final.

### **2.8.3. Aplicación de la Logística inversa**

En la actualidad, existe una preocupación que no únicamente es la utilización desmedida de los recursos o el impacto ecológico que conlleva este accionar, hoy en día la sociedad debe ser más consciente, ya que sí se sigue manteniendo la cultura de consumismo y de poco interés sobre los desechos generados, la situación puede tornarse muy crítica a corto plazo.

Los desechos generados están directamente relacionados con el interés de los países industrializados en aumentar los ingresos, y por ende el nivel de vida de cada una de las personas, sin embargo este interés desencadena una serie de procesos industrializados.

Según Badenes (2014), esto ocasiona un problema ambiental que se debe a un excesivo consumo y desaprovechamiento de materia prima y recursos, este problema no se puede resolver sin una reducción significativa de ambas partes, tanto el consumismo como la producción, pero en informes que implican el análisis del problema medioambiental, estos evitan reconocer este hecho sin instaurar políticas a tomar para solucionar el problema.

En las organizaciones es importante la adaptación a los retos que el entorno exige ya sean para lograr cambios a corto o a largo plazo, lo cual produce grandes resultados. Una manera de lograr estos triunfos es la aplicación de la logística inversa, debido a que las empresas asignan las tareas de manejo responsable de residuos a personas especializadas en ese ámbito, para obtener grandes resultados mediante la aplicación de este modelo de gestión y en la cadena de suministros (López, 2010).

En la aplicación de la reincerción de la materia prima que se obtiene a partir de los neumáticos fuera de uso recolectados a la cadena productiva, es importante saber diferenciar entre la logística tradicional y la logística inversa. Como se mencionó anteriormente, la logística inversa tiene variación física en los productos (Lara & Romero, 2018). Estos pueden estar en condiciones de desuso y aún así volverse valiosos.

Para mantener un flujo constante de productos en este caso los neumáticos, es necesario tener en cuenta que la demanda se vuelve más completa, ya que las predicciones que genera un proceso al aplicar logística inversa están relacionadas con el aumento de productos que se pueden recuperar.

No obstante, estos pronósticos son inciertos ya que no es posible calcular la cantidad de desechos que realmente los usuarios pueden generar, es decir existe una alta variabilidad en las cantidades que pueden ser generadas; y, es aquí cuando se implementa esta metodología que busca lograr que la calidad de los productos sea lo más uniforme posible, de este modo los bienes que se manufacturen con el material que se recuperó y que se reincertó en la cadena de suministros cuente con la misma o mejor calidad de los demás productos con las mismas características funcionales pero con diferentes materiales (José & Castillo, 2017).

### **3. Capítulo III. Metodología**

#### **3.1. Recopilación de Información**

La recopilación de información fue fundamental para obtener datos necesarios, confiables y adecuados; la información necesaria para este trabajo de titulación se compiló mediante visitas a entidades gubernamentales, donde se solicitó: datos, informes, análisis, documentos que fueron la base para continuar con la recopilación e investigación a fondo. Esta información solicitada se la realizó mediante oficios dirigidos a la autoridad competente.

### **3.1.1. Información obtenida en el PNGIDS**

Se realizó la petición respectiva de información con dos meses de anticipación, debido a que el proceso de recolección de información se demoraba en ser filtrado, la información solicitada contenía:

- Cálculos en la Meta de Recuperación de neumáticos a nivel nacional.
- Declaración de importación y ventas por parte de los distribuidores de neumáticos.
- Listado de los Gestores autorizados en el Distrito Metropolitano de Quito.
- Informes anuales sobre el trabajo del PNGIDS.
- Bases de datos de importadores y productores de neumáticos en el país.

La información detallada anteriormente fue utilizada como base para la elaboración de un análisis detallado sobre el comportamiento del cliente y cuál es el estado actual del post-consumo del neumático de motocicleta en el DMQ.

### **3.1.2. Información de importaciones recolectada en la SENA E**

El Servicio Nacional de Aduana del Ecuador, es la institución pública responsable de impulsar el control eficiente del comercio exterior, en el cual se encuentran las importaciones y exportaciones; a cada producto que es importado se le asigna un número o código conocido como partida arancelaria, cada partida contiene subpartidas las cuales detallan el producto específico (SENAE, 2014).

Se realizó la búsqueda del número de neumáticos de motocicleta que fueron importados desde el año 2014 hasta el año 2018 en la página oficial del Servicio Nacional de Aduana del Ecuador, se constataron los países con más importaciones de neumático y la cantidad total por año que llegó al país.

### **3.1.3. Información proveniente del INEC**

El Instituto Nacional de Estadística y Censos es reconocido por la sociedad ecuatoriana como una institución competente en la elaboración y aplicación de los procesos de la estadística nacional y el encargado de elaborar estadísticas oficiales del Ecuador, correspondiente a los campos de la Normalización, Reglamentación Metrología y Evaluación de la Conformidad, este servicio contribuye al mejoramiento de la salud y seguridad del consumidor (INEC, 2018).

En esta institución, se solicitó información sobre la cantidad de motocicletas que fueron registradas en la ciudad de Quito desde el año 2014, hasta el año 2018; se obtuvieron datos sobre los incrementos anuales en este sector, encontrando crecimientos anuales representativos para justificar el aumento en las importaciones de neumáticos para este tipo de vehículos.

## **3.2. Identificación de actores involucrados**

Se realizó un estudio post-consumo para determinar los actores representativos de esta investigación. Los actores identificados se encuentran relacionados al uso, al almacenamiento y a la venta de los neumáticos de motocicleta. A continuación, se incluye una breve descripción de ellos:

### **3.2.1. Asociación de Motociclistas**

Los principales usuarios de neumáticos de motocicletas están representados por la Asociación de Motociclistas de la ciudad de Quito; dicha asociación cuenta con 109 miembros bajo el nombre de "DUAL MOTO CLUB QUITO".

### **3.2.2. Talleres de cambio de neumáticos**

Se realizó el contacto con 10 talleres de cambio de neumáticos ubicados en la ciudad de Quito. A los talleres, los motociclistas se dirigen cuando necesitan cambiar un neumático por varias razones, como son: cuando el neumático está pinchado, cuando el desgaste en su capa exterior supera los límites permitidos

o el labrado es inexistente o cuando el neumático presenta signos de envejecimiento; por este tipo de razones el taller es un lugar apropiado en donde los motociclistas puedan dejar sus NFU. Incluso, este sitio puede convertirse en un punto de almacenamiento temporal, para que el gestor autorizado recolecte este tipo de desechos.

### **3.2.3. Distribuidores autorizados de venta de neumáticos**

Se realizó el contacto con 10 puntos de distribución de neumáticos de motocicleta específicamente, ubicados en la ciudad de Quito. Este actor es responsable de la importación y venta directa al por mayor y menor de neumáticos de todo tipo para motocicletas, estos lugares proporcionaron información sobre la demanda actual existente y la frecuencia con la que el cliente compra dicho producto, de acuerdo con sus necesidades.

### **3.3. Selección de la muestra**

Es necesario conocer que la muestra se ha relacionado con un porcentaje representativo de los actores involucrados.

Una muestra representativa consiste en la selección de un grupo de personas que signifiquen la mayoría de la totalidad de una población y es utilizada para realizar estudios que reflejen la realidad de lo que ocurre con el comportamiento de la población (Porrás, 2018). Como se mencionó anteriormente, este estudio se ha centrado en el análisis de tres actores principales: motociclistas, quienes serían los encargados de verificar el estado de los NFU y, los talleres y distribuidores de neumáticos, el posible sitio de almacenamiento temporal de los neumáticos usados.

Asimismo, es importante destacar que, cuando se realiza un análisis con enfoque cuantitativo en un muestreo representativo, no es necesario realizarlo a toda la población, debido a que este tipo de enfoque permite el levantamiento de información mediante temas puntuales, como ejemplo en las preguntas cerradas de una encuesta, su cuantificación permite generalizar los resultados a todo un

universo a partir de muestras representativas dentro de los márgenes de confianza y error previamente fijados (Seoane et al, 2007).

Al momento de realizar la encuesta a los actores previamente identificados, la selección para la muestra de la Asociación de Motociclistas se determinó en base a la Ecuación 1 que define el cálculo del tamaño de la muestra conociendo el tamaño de la población, dado que se contaba con este dato con anterioridad.

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

$$n' = \frac{n_0}{1 + \frac{(n_0-1)}{N}}$$

adaptado de: García, Reding & López, 2013.

Dónde:

N = Tamaño de la Población

n = Tamaño muestral

Z = Nivel de confianza

p = Probabilidad de éxito

q = Probabilidad de fracaso

d = Tolerancia de error

(Ecuación 1)

Por otro lado, el tamaño de muestra correspondiente a los talleres de cambio de neumáticos y a los distribuidores, se realizó con el mayor número de encuestas que fue posible. Para este caso puntual, se contó con 10 representantes de cada actor, debido a que no se conoció el dato preciso del total de la población por falta de información proporcionada por las entidades gubernamentales pertinentes; de modo que, no se pudo aplicar la ecuación antes descrita, debido

a que no se tiene certeza de si los datos reflejados serán congruentes con los sitios existentes (Otzen & Manterola, 2017).

### 3.4. Diseño de las encuestas

#### 3.4.1. Encuesta a motociclistas

La encuesta fue diseñada tomando el modelo de encuestas descriptivas, con el fin de levantar información sobre la situación actual del post-consumo de los neumáticos de motocicleta. Las preguntas de esta encuesta se refirieron a la situación en la que se encuentra el conocimiento de los motociclistas sobre una adecuada gestión de este desecho.

Las preguntas fueron establecidas en función a la necesidad y vacíos de información existente, que reflejan los programas gubernamentales que buscan la manera de recuperar la mayor cantidad de neumáticos posibles.

Se detalla a continuación en la tabla 10, cada una de las preguntas que están contempladas en la encuesta específicamente para los motociclistas, esta encuesta cuenta con 6 preguntas las cuales indican varios factores de análisis relacionados con el post-consumo.

Tabla 10.

*Detalle de las preguntas hacia los motociclistas con su respectiva descripción.*

Preguntas	Descripción
1. ¿Conoce que debe hacer con las llantas usadas que ya han cumplido con el tiempo de vida útil?	La pregunta fue diseñada con el fin de generar conocimiento sobre el post-consumo adecuado del neumático por parte del usuario.
2. ¿Qué hace con las llantas usadas cuando realiza el cambio por llantas nuevas?	La pregunta fue diseñada con el fin de conocer el comportamiento del usuario en el momento en el que el

neumático se convierte en un “desecho sólido”.

3. Considera usted que deberían existir puntos estratégicos para la entrega de las llantas usadas de motocicleta ¿Cuáles podrían ser?

La pregunta fue diseñada con el fin de conocer si las personas están interesadas en aportar con una gestión integral de los desechos especiales, si lo practican o si están dispuestos a hacerlo.
  4. ¿Indique cuántos neumáticos reemplaza usted al año en su motocicleta?

La pregunta fue diseñada para tener un valor estimado de cuántos neumáticos son desechados anualmente por persona de acuerdo a un estudio representativo.
  5. ¿Conoce algún punto donde recepten llantas de motocicleta usadas dentro del Distrito Metropolitano de Quito?

La pregunta fue diseñada para conocer el uso de los sitios de almacenamiento temporal y si estos están distribuidos de manera correcta, en base a la necesidad de cada usuario; de ser necesario aumentar los lugares para que se recepten más neumáticos.
  6. Sector en el que usted vive

La pregunta fue diseñada para conocer el sitio de ubicación de residencia del usuario, para poder proporcionarle información y cercana y/o factible para la correcta gestión de los neumáticos de motocicleta.
-

### 3.4.2. Encuesta a talleres de cambio de neumáticos

La encuesta fue diseñada tomando el modelo de encuestas descriptivas con el fin de levantar información de 10 talleres conocidos acerca de la situación actual de cada neumático que es reemplazado en estos sitios. De acuerdo a la situación actual y los vacíos de información que existen por parte de los gestores autorizados sobre el número de neumáticos que son reemplazados al año en cada taller se estableció 6 preguntas con las cuales se desea conocer el comportamiento del usuario y del encargado de taller frente a las actividades que ocasionan un cambio de neumáticos, la periodicidad con las que el cliente realiza el cambio y las causas con el fin de aportar con una gestión integral de los NFU.

Se analiza a continuación en la tabla 11, cada una de las preguntas que están contempladas en la encuesta que se realizó hacia las personas encargadas de los talleres que se prestaron gustosos a responder la encuesta, alegando que el problema de la mala gestión de los neumáticos fuera de uso afecta también a este tipo de talleres.

Tabla 11.

*Detalle de las preguntas establecidas a los talleres de cambio de neumáticos.*

Preguntas	Descripción
1. Indique la razón por la cual se ha realizado el cambio de neumáticos por parte de los motociclistas en los últimos 6 meses.	La pregunta fue diseñada para conocer la frecuencia con que el cliente realizó el cambio de neumáticos en su motocicleta en los últimos 6 meses.
2. ¿Tenía usted el conocimiento de que un neumático fuera de uso se puede convertir en materia prima para la elaboración de otro producto?	La pregunta fue diseñada para conocer si el encargado de realizar el cambio de neumáticos tiene conocimiento sobre la reutilización de este elemento.

- |  |  |
|--|--|
| 3. Su taller cuenta con algún programa particular o trabaja con algún gestor que permita recolectar los neumáticos de manera temporal.               | La pregunta fue diseñada para conocer el interés de parte del taller en implementar un plan de gestión de neumáticos fuera de uso. |
| 4. ¿Estaría interesado en recibir información sobre disposición final, de los NFU y su correcta preservación para que sean útiles en otros procesos? | La pregunta fue diseñada para conocer el interés por parte del taller en recibir capacitaciones sobre el tema.                     |
| 5. ¿Estaría dispuesto a formar parte de los centros autorizados para el almacenamiento temporal de neumáticos de motocicleta?                        | La pregunta fue diseñada para conocer si el taller estaría dispuesto a ser un sitio de almacenamiento temporal.                    |
| 6. ¿En qué sector se encuentra su taller?  | La pregunta fue diseñada para conocer la ubicación del taller y, así realizar un mapa.   |
- 

### **3.4.3. Encuestas a distribuidores autorizados de venta de neumáticos**

La encuesta fue diseñada tomando el modelo de encuestas descriptivas con el fin de levantar información a 10 puntos de distribución al por mayor o menor de neumáticos de motocicletas. En base a 6 preguntas se logró conocer como es el comportamiento por parte del usuario al momento de comprar neumáticos, la frecuencia con que lo hacen, que tipos de neumáticos son los más vendidos y si la distribuidora como empresa tiene algún plan de recuperación de neumáticos.

Posteriormente, se detalla cada una de las preguntas que están contempladas en la encuesta y la descripción del porqué de cada pregunta:

Tabla 12.

*Detalle de las preguntas establecidas a los distribuidores.*

Preguntas	Descripción
1. Indique un aproximado del tipo de neumáticos más vendidos en los últimos 6 meses.	La pregunta fue diseñada para conocer la frecuencia con que el cliente compró un determinado tipo de neumático de motocicleta en los últimos 6 meses.
2. ¿Cuántos neumáticos fueron vendidos en los últimos 5 años?	La pregunta fue diseñada para conocer la cantidad de neumáticos que fueron vendidos en los últimos 4 años.
3. Su distribuidora cuenta con algún programa particular o trabaja con algún gestor que permita recolectar los neumáticos de manera temporal.	La pregunta fue diseñada para conocer el interés de parte del taller en implementar un plan de gestión de neumáticos fuera de uso.
4. ¿Estaría interesado en recibir información sobre disposición final, métodos de recuperación de los NFU y su correcta preservación para que sean útiles en otros procesos?	La pregunta fue diseñada para conocer el interés por parte del taller en recibir capacitaciones sobre el tema.
5. ¿Estaría dispuesto a formar parte de los centros	La pregunta fue diseñada para conocer si la distribuidora estaría

autorizados como puntos de almacenamiento temporal de neumáticos fuera de uso?

dispuesta a ser un sitio de almacenamiento temporal.

6. ¿En qué sector se encuentra su Distribuidora?

La pregunta fue diseñada para conocer la ubicación de la distribuidora en caso de que acepte ser un punto o centro de almacenamiento temporal y, así realizar un mapa de ubicación.

### 3.5. Levantamiento de las encuestas

Las encuestas fueron elaboradas en el programa SurveyMonkey. Cada encuesta con sus respectivas preguntas fue enviada mediante una invitación (enlace) a los respectivos actores.

- **Asociación de Motociclistas:** Se facilitó el enlace al presidente de la Asociación, el cual se encargó de enviar a los miembros del grupo el acceso a las encuestas. El levantamiento de información se realizó en un lapso de 2 semanas.
- **Talleres de cambio de neumáticos:** Las encuestas dirigidas hacia los talleres fueron enviadas a cada dueño o representante de los talleres designados. Este levantamiento de información se realizó en un periodo de 2 días.
- **Distribuidores autorizados de venta de neumáticos:** Las encuestas dirigidas hacia los encargados o dueños de distribuidoras de venta al por mayor y menor exclusivamente de neumáticos de motocicletas en la ciudad de Quito, este levantamiento de información se realizó en un periodo de 2 semanas.

### **3.6. Validación de datos**

Los datos obtenidos por parte de las encuestas se exportaron al programa Microsoft Excel para poder realizar una filtración de datos y el análisis de cada pregunta de los tres tipos de encuestas aplicadas. La información de cada pregunta de tipo cerrada fue filtrada para obtener un porcentaje de respuesta que predomine, ya sea positivo o negativo. Mientras que, en las preguntas que son abiertas, se validó la información por cada pregunta y se verificó la respuesta correspondiente de acuerdo con los parámetros establecidos al inicio de la encuesta; y si la respuesta cumple o no con los requerimientos para la pregunta correspondiente. Se realizó tablas representativas, y gráficos estadísticos que señalaron mediante porcentaje y valores numéricos la participación de cada actor identificado para el análisis post-consumo de los neumáticos en el presente en cada pregunta de las encuestas, se realizó también llamadas telefónicas con preguntas adicionales del porqué de la respuesta.

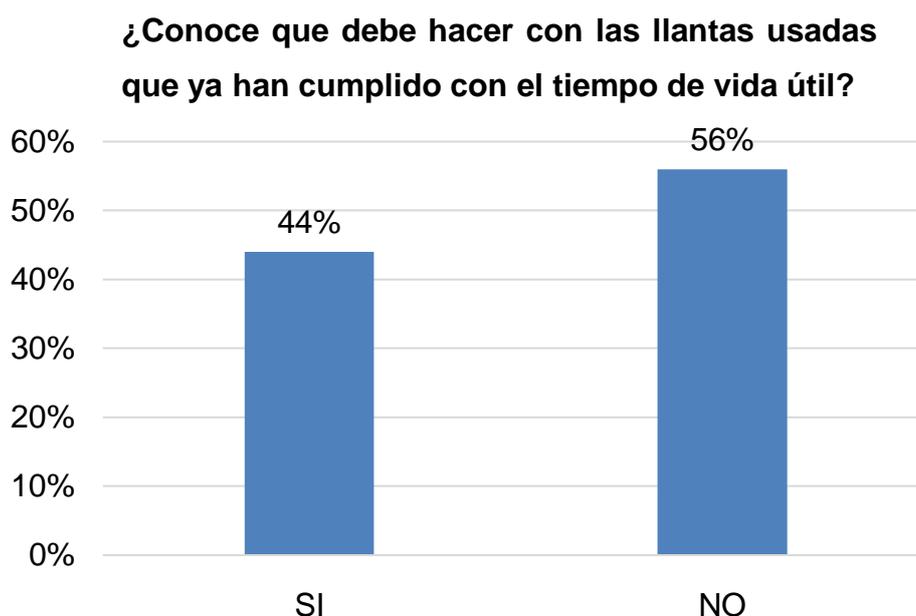
## **4. Capítulo IV. Resultados**

### **4.1. Resultados de las encuestas aplicadas a los motociclistas**

Las encuestas planteadas reflejaron información actual sobre el post-consumo en los neumáticos de motocicletas, los usuarios forman parte fundamental del proceso del ciclo de vida de estas, y pueden formar parte también de una correcta disposición final.

A continuación, se visualiza en la figura 2 el porcentaje de respuesta que cada usuario indicó sobre el conocimiento sobre que se realiza al momento de que el neumático cumplió su vida útil.

- **Pregunta 1:**



*Figura 2.* Criterio según el conocimiento sobre el ciclo de vida de un neumático de motocicleta.

Al analizar las respuestas por parte de los encuestados en la pregunta número 1 se pudo constatar que: 49 personas del total de 109 encuestadas respondieron que si conocen que se debe hacer con los neumáticos una vez que cumplieron su vida útil; esto significa que tienen un conocimiento sobre la correcta disposición final de este tipo de residuos. La mayoría de las personas que respondieron positivamente indicaron que actividades realizan con las mismas, los principales resultados se pueden observar en la tabla 13.

Tabla 13.

*Posibles usos de un neumático al terminar su vida útil.*

Actividad	Detalle
Reciclar	1. Usar el neumático como refacción.

2. Donar u obsequiar el neumático a motociclistas con el fin de usarlos nuevamente en motocicletas con poca actividad.

#### Reutilización

1. Uso como macetas
2. Uso para camas de mascotas
3. Elaboración de pequeños asientos
4. Elaboración de adornos de jardín

#### Disposición final

1. Gestores autorizados
2. Recicladores

---

En la figura 3 se presenta el porcentaje de actividades relacionada con el reciclaje de neumáticos de motocicletas.

#### Reciclaje de neumáticos

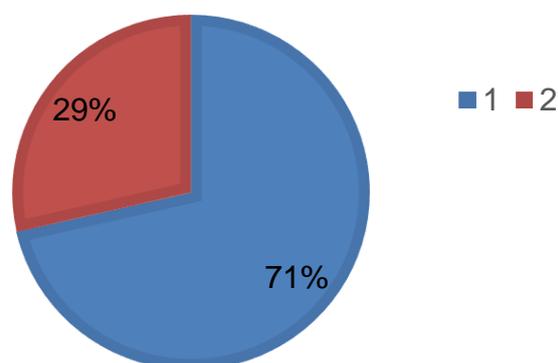
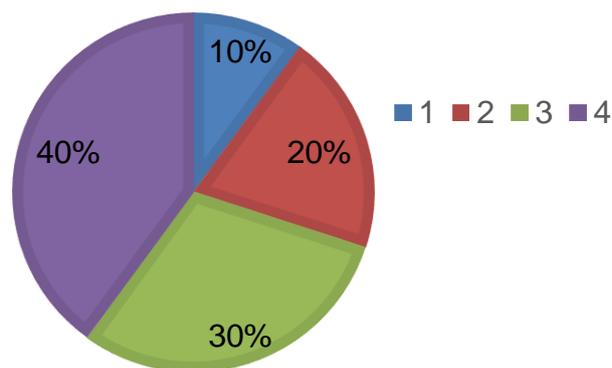


Figura 3. Porcentaje de actividades al momento de reciclar un neumático.

En referencia al reciclaje de neumáticos, se puede apreciar en la figura que un 71% de usuarios reciclan sus neumáticos al obsequiarlos a otros motociclistas, para que los puedan usar en motocicletas que no circulan con frecuencia; y, un 29% prefiere usar sus neumáticos como refacciones ante cualquier altercado.

Se puede verificar en la figura 4, el porcentaje de actividades relacionada con la reutilización de neumáticos.

### Reutilización de neumáticos

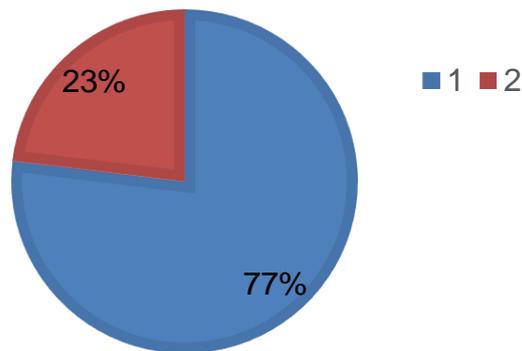


*Figura 4.* Porcentaje de actividades al momento de reutilizar un neumático.

La figura demuestra que el 40% de los usuarios que reutilizan sus neumáticos lo destinan a la elaboración de adornos de jardín, el 30% lo destina a la elaboración de pequeños asientos, el 20% lo emplea en la elaboración de camas para mascotas; y, apenas el 10% de los usuarios lo destina a la elaboración de macetas.

Para complementar, se puede observar en la figura 5, el porcentaje de actividades relacionada con la entrega de neumáticos a un sitio de disposición final.

### Entrega a una disposición final



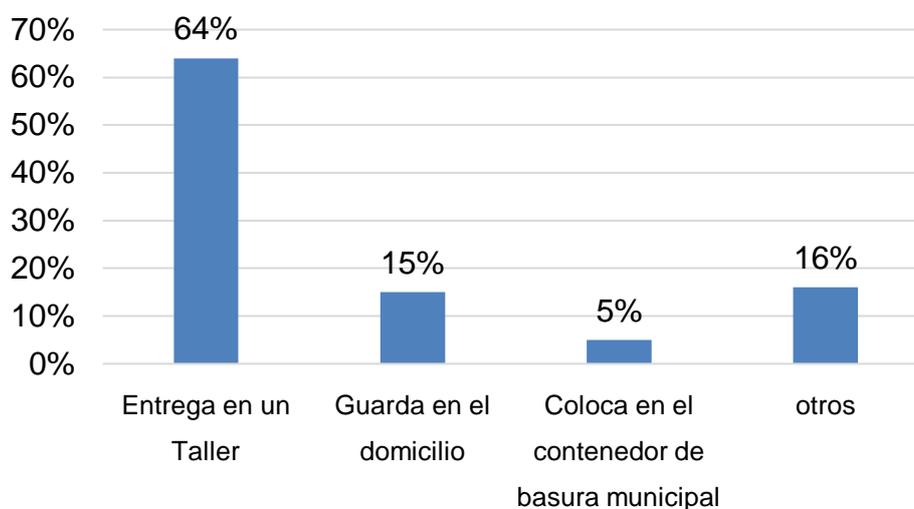
*Figura 5.* Porcentaje de la actividad relacionada con la correcta disposición final de un neumático.

Se puede observar que el 77% de los usuarios conocen o realizan algún tipo de gestión adecuada de los neumáticos de motocicleta fuera de uso, ya que los entregan a un gestor autorizado; mientras que, el restante 23% de los usuarios finales, entregan sus neumáticos a recicladores base, con la esperanza de que estos realicen una correcta disposición final sin embargo, ocurre totalmente lo contrario.

En la figura 6 se ha incluido el porcentaje de respuesta que cada usuario indicó sobre si se debiera considerar puntos estratégicos para la entrega de llantas usadas de motocicletas, es importante conocer el interés por parte del usuario sobre puntos de entrega y almacenamiento temporal de NFU.

- **Pregunta 2:**

### ¿Qué hace con las llantas usadas cuando realiza el cambio por llantas nuevas?



*Figura 6.* Porcentaje correspondiente a las actividades que realiza el usuario al momento de que el neumático se convirtió en un desecho.

Al analizar las respuestas por parte de los motociclistas los resultados mostraron un gran interés por realizar una adecuada gestión integral de los neumáticos, ya que de acuerdo al análisis de las respuestas, únicamente el 5% de las personas encuestadas colocan a un neumático fuera de uso en el contenedor de basura debido al desconocimiento, y a la falta de interés, por cuestiones de desconocimiento y por “comodidad” estas personas optan por botar sus neumáticos en los contenedores municipales, pensando erróneamente en que los recolectores se encargaran de diferenciar los desechos y gestionarlos correctamente, afortunadamente este tipo de usuarios representan un mínimo porcentaje del total de motociclistas que fueron encuestados; el 64% del total de encuestas, es decir 70 personas, entregan los neumáticos que cumplieron con su vida útil a un taller; de este modo, se puede garantizar una correcta gestión para este tipo de desechos, siempre y cuando el taller cuente con un programa dedicado única y exclusivamente a esta actividad. Por otra parte, únicamente el 16% de encuestados es decir 17 motociclistas mencionaron que realizan otro tipo de actividad relacionada con la reutilización y reciclaje con los neumáticos que terminaron su vida útil.

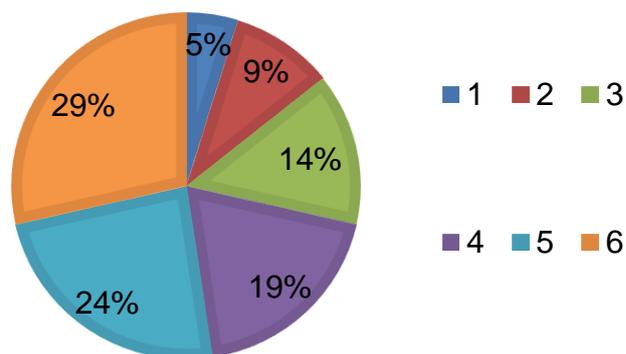
Tabla 14.

*Actividad que realiza cada usuario con su neumático una vez concluida su vida útil.*

Actividad	Detalle
Reciclar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Usar el neumático como neumático de emergencia.</li> <li>2. Regalar a otros motociclistas el neumático para su utilización a los neumáticos considerados aún en buen estado.</li> </ol>
Reutilización	<ol style="list-style-type: none"> <li>3. Elaboración de Macetas</li> <li>4. Elaboración de camas de mascotas</li> <li>5. Elaboración de pequeños asientos</li> <li>6. Elaboración de adornos de jardín</li> </ol>

Se puede observar en la figura 7, el porcentaje de actividades relacionada con la actividad que ejecuta cada usuario con los NFU, se puede evidenciar claramente que las actividades de reciclaje y de reutilización son caseras, es evidente que cada usuario busca la manera de aportar con el medio ambiente, al no desechar sus neumáticos en los contenedores de basura, sino que buscan la manera en volverles útiles a sus desechos sin embargo con el transcurso del tiempo estos neumáticos pierden sus propiedades para poder ser gestionados de manera correcta, y finalmente son desechados, con estas actividades no se logra erradicar el problema, lo que se logra es prolongar la permanencia del neumático en el hogar y no en el botadero municipal.

### Actividad que realiza cada usuario con el NFU



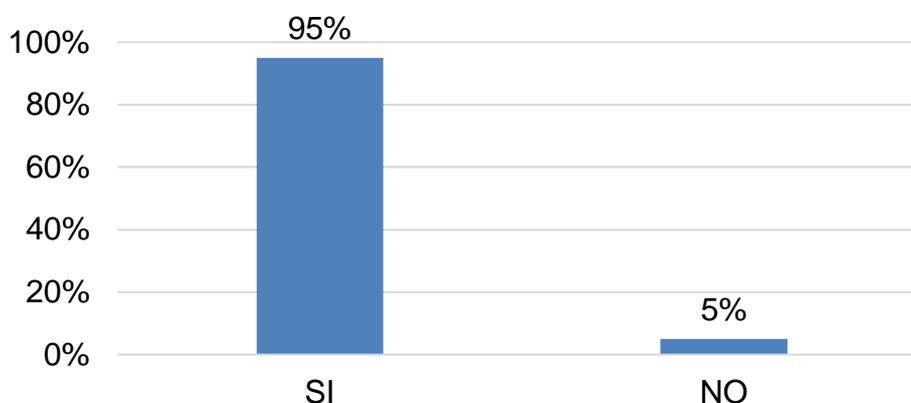
*Figura 7.* Porcentaje de actividades a realizar una vez que el neumático se convirtió en un residuo.

En la gráfica se evidencia que del 16% de encuestados, correspondiente a 17 personas, que respondieron que realizan otro tipo de actividad establecida relacionada a la pregunta número 2, un 29% realiza con sus NFU la actividad de adornos de jardín, un 24% elabora pequeños asientos, un 19% realiza camas para sus mascotas, un 14% realiza macetas para sus plantas, un 9% obsequia los neumáticos a otros motociclistas y, un 5% utiliza sus NFU como refacción ante cualquier emergencia, es evidente que los usuarios procuran no desechar los neumáticos en un contenedor municipal y consiguen proporcionarle otro uso a su desecho ya sea en su casa cómo un adorno, o un tipo de mueble o simplemente obsequiando el neumático a otro motociclista, sin embargo pese a los esfuerzos de las personas por evitar que un neumático de motocicleta se convierta en un desecho más en un vertedero municipal, no se logra una adecuada gestión, ya que en un determinado tiempo estos neumáticos terminaran en uno de estos botaderos, y será imposible poder recuperarlos.

Ahora se visualiza en la figura 8 el porcentaje de respuesta que cada usuario indico sobre si se debiera considerar puntos estratégicos para la entrega de llantas usadas de motocicletas.

- **Pregunta 3:**

**¿Considera usted que deberían existir puntos estratégicos para la entrega de las llantas usadas de motocicleta? ¿Cuáles podrían ser?**



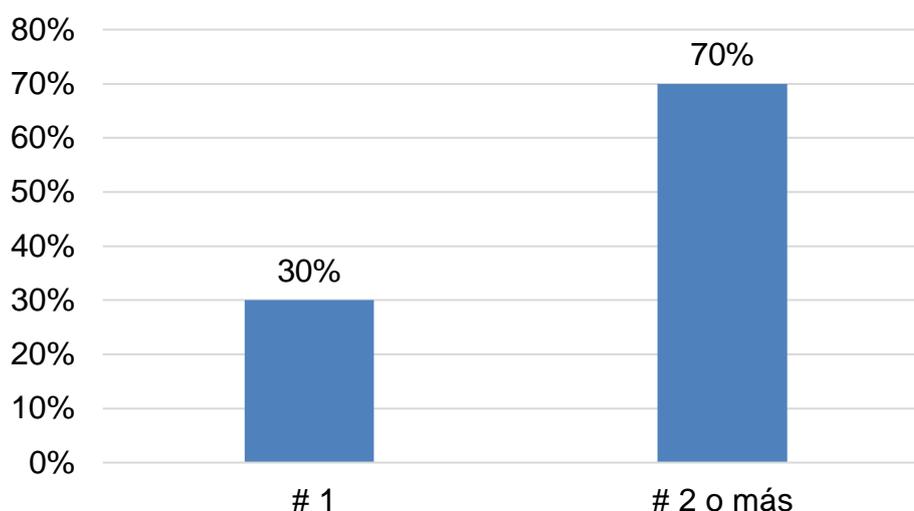
*Figura 8.* Porcentaje de respuesta sobre puntos estratégicos de almacenamiento temporal de neumáticos.

Al analizar las respuestas se constató que el 95% del total de encuestas, es decir, 104 personas de 109 encuestadas están interesados en la adecuación de puntos estratégicos ubicados en la ciudad de Quito para realizar la entrega de los NFU. Únicamente 5 personas no están de acuerdo dado que no están seguros de que en estos lugares se gestionen los neumáticos de manera efectiva, los puntos estratégicos se enfocan principalmente en centros de almacenamiento temporal debidamente identificados en varios sectores de la ciudad de Quito.

Enseguida, se visualiza en la figura 9 el porcentaje de respuesta de acuerdo a la pregunta establecida en la encuesta que cada usuario indicó sobre cuantos neumáticos reemplaza al año en cada motocicleta, detallando la razón principal por la cual se realiza el cambio, las razones se fundamentan principalmente en el uso que el usuario le da a su motocicleta ya sea por trabajo, por deporte o por actividades cotidianas.

- **Pregunta 4:**

**¿Indique cuántos neumáticos reemplaza usted al año en su motocicleta?**



*Figura 9.* Porcentaje de respuesta sobre el número de neumáticos que son reemplazados al año por parte del usuario.

Al validar la información de las respuestas es evidente que la mayoría de los motociclistas en un 70%, es decir 76 personas, prefieren cambiar los dos neumáticos que uno solo; porque es mejor realizar una única inversión; u optimizar el uso y que el desgaste sea igual para cada neumático. En cambio, las 33 personas que manifestaron que únicamente realizan un cambio, lo atribuyen a razones de fuerza mayor. Las razones específicas se detallan en la tabla 15.

Tabla 15.

*Razón de cambio de un solo neumático.*

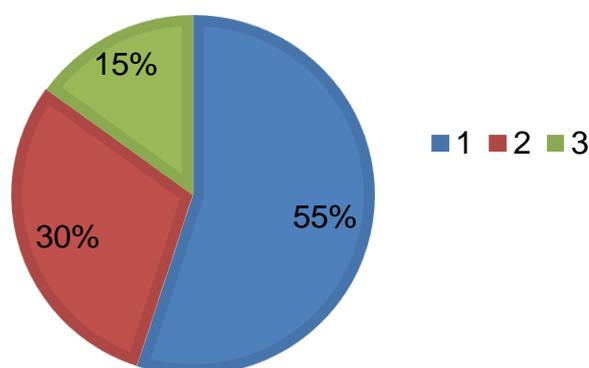
Actividad	Detalle
Únicamente reemplazo de 1 neumáticos	1. Daño del neumático por un pinchazo.

2. Desgaste desigual en una de las partes del neumático.
3. Daños de fábrica.

---

En la figura 10, se indica el porcentaje de actividades relacionadas con las principales razones de reemplazo de únicamente un neumático en las motocicletas.

### Reemplazo de únicamente 1 neumático



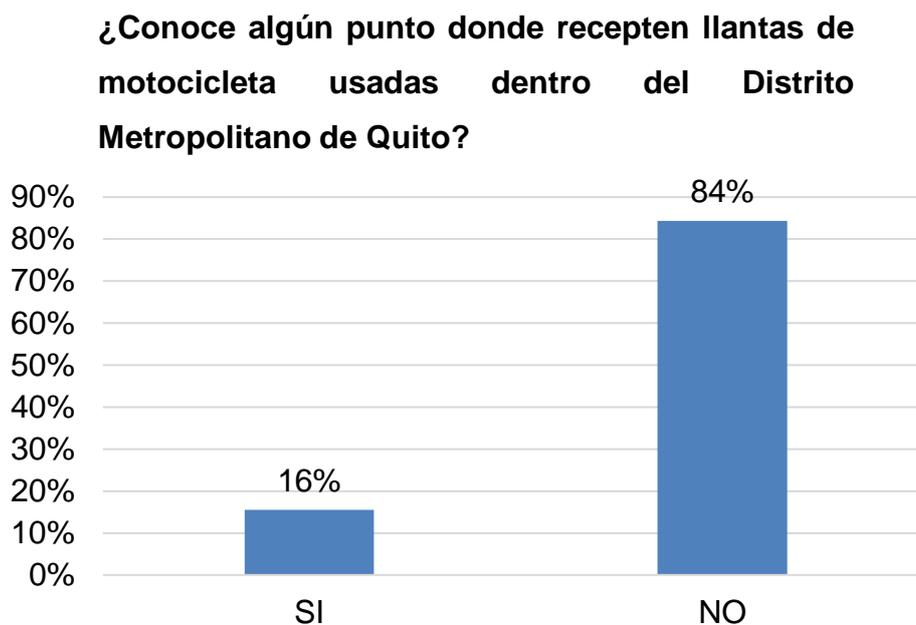
*Figura 10.* Porcentajes de respuesta sobre a intención de realizar únicamente el reemplazo de 1 neumático de motocicleta.

En la figura se puede verificar el porcentaje de respuestas que indican que las personas en un 55% realizan el reemplazo de un solo neumático al momento que este sufre algún tipo de pinchazo, en un 30% realizan el cambio al existir un desgaste desigual de la banda que cubre el neumático, y en un 15% realizan el cambio únicamente de un neumático cuando existen daños de fábrica o el usuario realizó el cambio por decisión propia, es importante tener en cuenta que este tipo de reemplazos no son los más adecuados ya que no se aprovecha eficientemente el neumático, ni los recursos que fueron necesarios para la

construcción del mismo, y también afecta a la economía del usuario, porque el gasto es mayor al momento de reemplazar un solo neumático.

A continuación, se visualiza en la figura 11 el porcentaje de respuesta que cada usuario indicó al momento de conocer sobre la disposición final de un NFU y si el motociclista conoce sobre un sitio de almacenamiento temporal.

- **Pregunta 5:**



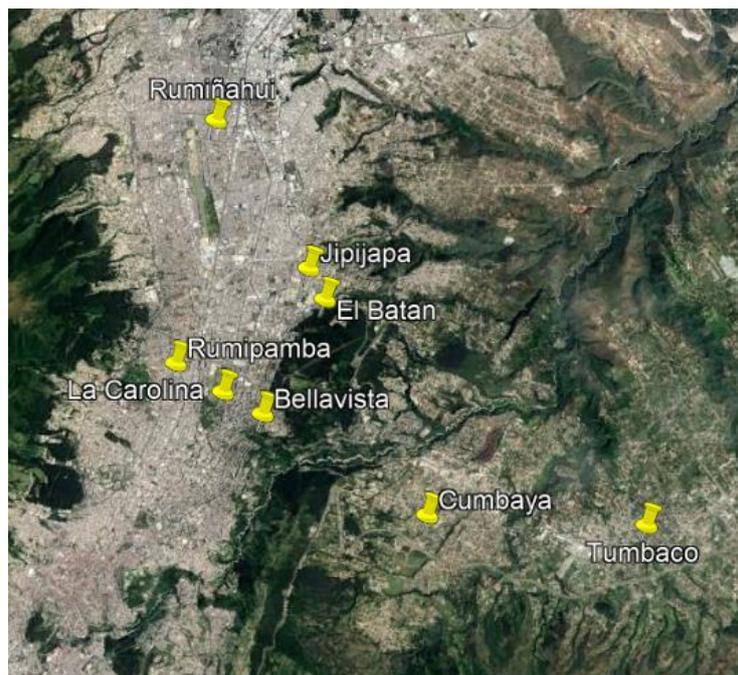
*Figura 11.* Porcentaje del conocimiento por parte de las personas de un punto de almacenamiento temporal de neumáticos.

Al realizar un análisis de las respuestas se puede concluir que el 16% correspondiente a 17 personas, conocen la ubicación de un punto temporal de recepción de neumáticos (hasta que un gestor los retire), y el 84%, es decir 92 personas afirmaron no conocer de algún sitio para la recepción de NFU.

Se ha elaborado un mapa con la ubicación de la vivienda de los motociclistas en la ciudad de Quito, ya que en base a esta información se pretende elaborar un mapa adicional con la ubicación de los posibles sitios de acopio, a fin de que el usuario pueda verificar el sitio de almacenamiento temporal de neumáticos de

motocicleta que se encuentre más próximo a su residencia y sea de fácil identificación, ya que estos centros de acopio temporal se encontraran previamente identificados, y con instrucciones que deberán ser acatadas por las personas que deseen ir a dejar sus neumáticos fuera de uso en especial los de motocicleta que son los que se pretenden recuperar en base a metodologías de recuperación.

- **Pregunta 6:**



*Figura 12.* Ubicación de residencia de los motociclistas.

Se observa una delimitación de los sectores donde los motociclistas en su mayoría residen, concentrándose el mayor porcentaje en el sector Norte de la ciudad de Quito, y se puede observar un porcentaje significativo en el valle de Tumbaco.

En la figura 13, se resume el porcentaje de sectores de la ciudad del Distrito Metropolitano de Quito donde se encuentran las viviendas de la mayoría de los motociclistas.

### Sector en el que el motociclista vive

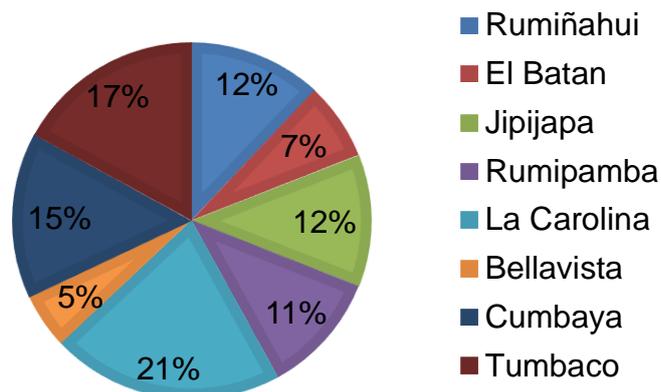


Figura 13. Sectores de la ciudad en los cuales residen los motociclistas.

Se puede evidenciar que en el sector de la Carolina se concentran la mayoría de personas con un 21%; seguido por la parroquia de Tumbaco que concentra un 17% de motociclistas que residen, y un 15% de personas que viven en Cumbayá, representando un gran porcentaje en lo que corresponde al Valle de Tumbaco; mientras que, en menor porcentaje se encuentran los sectores de la Rumiñahui con un 12%, La Jipijapa de igual manera con un 12%, el sector de Rumipamba concentra un 11% de motociclistas y, El Batán en un 7%; finalmente, en el sector de Bellavista se concentran únicamente el 5% del total de encuestados.

#### 4.2. Análisis de los datos de las encuestas de la asociación de motociclistas.

Las preguntas establecidas fueron de gran aceptación por parte de los motociclistas, ya que fueron formuladas con preguntas concretas que indican la situación actual sobre:

- Una correcta disposición final de los neumáticos de motocicleta.
- El conocimiento por parte del usuario sobre qué actividades se pueden realizar con un neumático fuera de uso; y,

- El interés por parte de este grupo de contribuir con el medioambiente, mediante una gestión adecuada su desecho especial.

Se organizaron las preguntas de acuerdo con la necesidad actual sobre el conocimiento de la falta de gestión adecuada de los neumáticos. En cada pregunta se establecieron parámetros, los cuales aportaron con una buena cantidad y calidad de información para poder tabular y plantear estrategias para lograr una mayor recuperación de neumáticos y reinsertarlos a la cadena productiva. Los porcentajes de respuesta representaron la cantidad de personas que otorgaron una determinada respuesta a cada pregunta planteada; y, se logró constatar que la mayoría de los motociclistas que, al ser los usuarios finales, conocen que un neumático es considerado un desecho especial, el cual requiere mucho tiempo para su degradación; y, por esta razón optan por realizar actividades con estos desechos en vez de eliminarlo en los contenedores de desechos comunes. Varios motociclistas reciclan estos neumáticos para poder darles un segundo uso hasta que finalice completamente su vida útil y aprovechar al máximo de la misma; otros miembros, en cambio, toman la decisión de reutilizarlos en diferentes actividades como adornos de jardín, asientos o macetas, cuyos porcentajes fueron detallados con anterioridad. Finalmente, otros motociclistas prefieren dejarlos en centros autorizados de almacenamiento temporal de NFU, o entregarlos a recicladores con el fin de que este desecho tenga una buena gestión, pero poseen un mayor interés en conocer más sobre esta gestión ya que el tema de una buena disposición final es de su interés, pero requieren información sobre una adecuada gestión y puntos de recolección o almacenamiento temporal.

#### **4.3. Resultado de las encuestas aplicadas a los talleres**

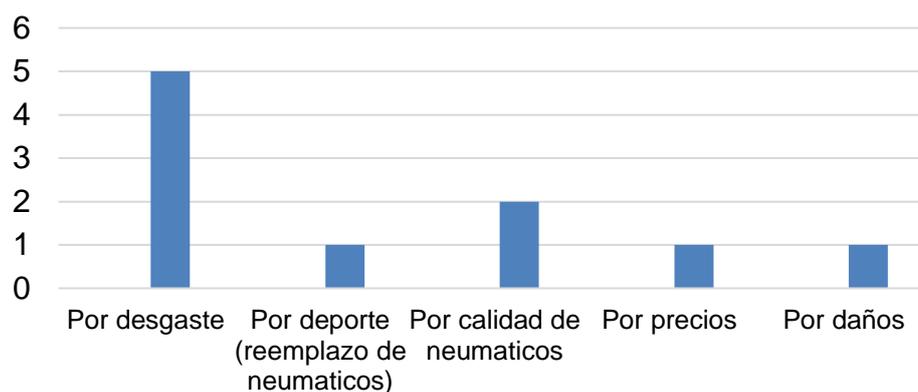
Las encuestas planteadas a las personas responsables de los talleres de cambios de neumáticos de motocicletas reflejaron información actual sobre qué tipos de neumáticos son los más reemplazados y las causas de su cambio. En las encuestas se observó el interés de las personas por aplicar una gestión adecuada de los NFU. Existe un gran porcentaje, más del 60%, interesados en

recibir información sobre un adecuado manejo de los desechos especiales, y en formar parte de los centros autorizados de almacenamiento temporal. El porcentaje restante que indicó que no está interesado expresó sus razones, las cuales fueron la falta de espacio y que el lugar no era de su propiedad, pero se prestaron gustosos en contribuir con la encuesta y aportar información muy valiosa.

Seguidamente, se evidencia en la figura 14 el porcentaje de respuestas sobre la razón por la cual los usuarios finales realizaron el cambio de neumáticos en los últimos 6 meses en un taller.

- **Pregunta 1:**

**¿Indique la razón por la cual se ha realizado el cambio de neumáticos por parte de los motociclistas en los últimos 6 meses?**



*Figura 14.* Respuestas sobre la razón de cambio de los neumáticos de motocicletas en los talleres.

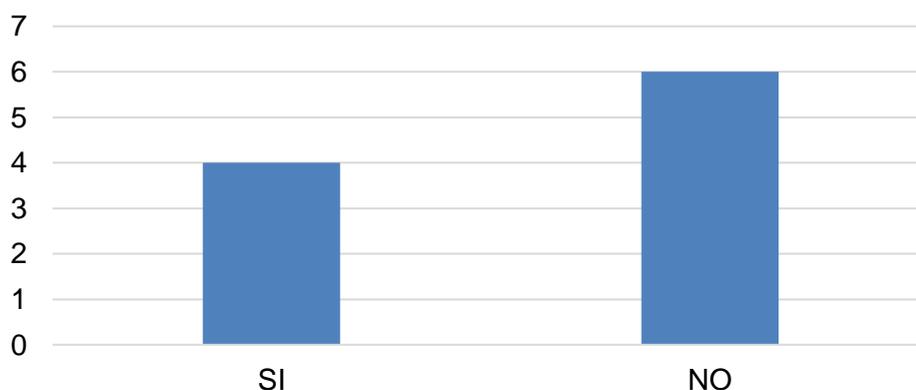
Se evidencia que, de acuerdo a la pregunta establecida, la mayoría de los motociclistas que realizan un cambio de neumático en los talleres lo hacen por el desgaste ocasionado por el uso; mientras que, en una menor cantidad lo hacen por mejorar la calidad de sus neumáticos sin que estos hayan terminado su vida útil. En igual número se encuentran las personas que realizan cambios

por variación de precio, por algún daño que sufrió el neumático o por un cambio de actividad en la rutina del motociclista, ya sea por practicar un deporte o por uso cotidiano.

Se puede observar a continuación, la figura 15 la cual indica el porcentaje de respuestas afirmativas y negativas sobre el conocimiento que tiene el encargado de taller sobre que, a partir de un NFU o los componentes del mismo, se pueden elaborar otros productos.

- **Pregunta 2:**

**¿Tenía usted el conocimiento que un neumático fuera de uso, se puede convertir en materia prima para elaborar otro producto?**

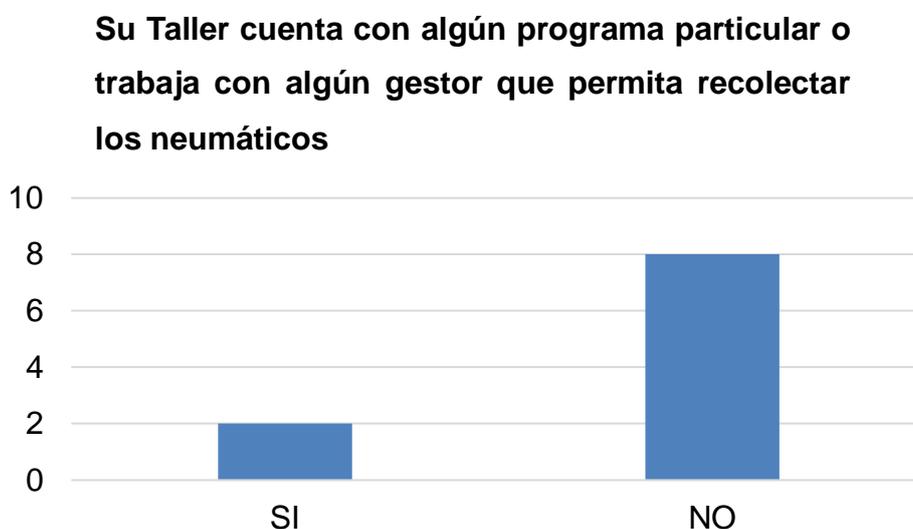


*Figura 15.* Respuesta sobre el conocimiento post-consumo de un neumático.

Como se puede observar en la figura 15, de acuerdo a la pregunta número 2 sobre si el encargado del taller tenía conocimiento de que los neumáticos se pueden convertir en materia prima después de haber cumplido su ciclo de vida, se puede concluir que la mayoría no conocían sobre esto; por ello es necesario informar que un neumático fuera de uso sí puede reinsertarse a la cadena productiva para ser útil en otro proceso.

Se evidencia en la figura 16, el porcentaje de respuestas afirmativas y negativas sobre si el taller cuenta con algún programa particular o con algún gestor autorizado para el manejo de los NFU, que son dejados por los clientes.

- **Pregunta 3:**



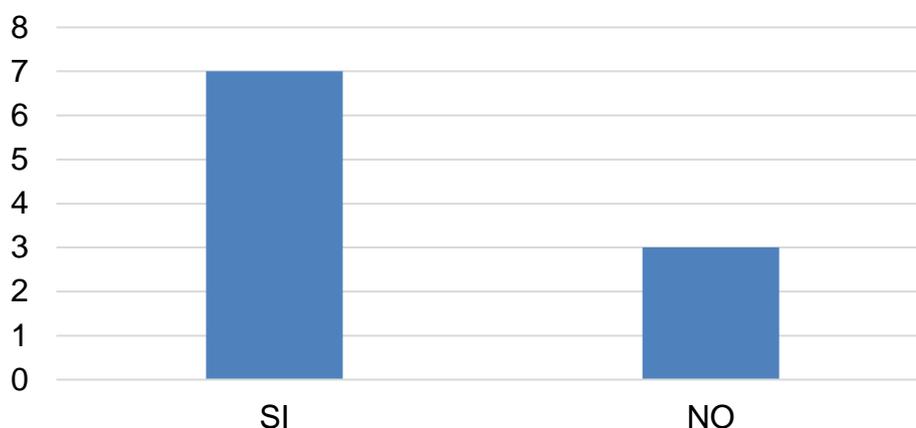
*Figura 16.* Respuesta sobre los programas de gestión de neumáticos.

Se puede verificar en la figura 16, de acuerdo con la pregunta establecida que la mayoría de los talleres no cuentan con ningún programa propio o con algún gestor autorizado para poder manejar adecuadamente los neumáticos fuera de uso, esto se debe a que los talleres desconocen sobre la existencia de este tipo de programas o la existencia de gestores autorizados los cuales se encargan de gestionar los neumáticos fuera de uso, y también porque son talleres relativamente nuevos que entraron en funcionamiento en el último año.

En la figura 17, se coteja el porcentaje de respuestas afirmativas y negativas sobre el interés en recibir información sobre la correcta disposición final de los NFU en un taller.

- **Pregunta 4:**

**¿Estaría interesado en recibir información sobre la disposición final de los neumáticos fuera de uso y su correcta preservación, para que sean útiles en otros procesos?**



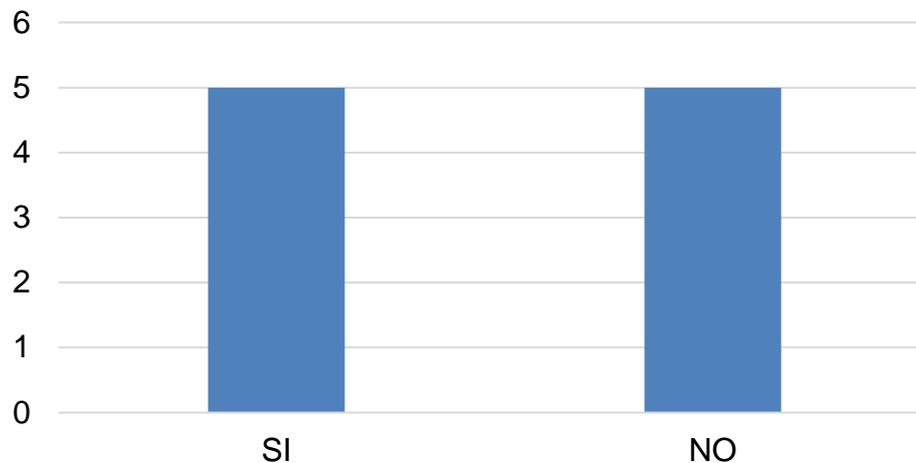
*Figura 17.* Respuesta sobre programas de gestión de neumáticos.

Se observa que la mayoría de las personas encargadas de los talleres de cambio de neumáticos de motocicleta es decir un 70%, se encontraron interesados en recibir información sobre una correcta disposición final de los NFU de motocicletas, ya que una adecuada gestión es un beneficio para estos talleres, al poder realizar una adecuada gestión tendrán más espacio en sus talleres para poder atender a más clientes, contribuirán con la reducción de contaminación ambiental ocasionada por la gestión inadecuada de los desechos especiales, y llamarán la atención de posibles clientes interesados en dejar sus neumáticos fuera de uso.

Seguidamente, se evidencia en la figura 18 el porcentaje de respuestas afirmativas y negativas sobre la quinta pregunta de la encuesta elaborada para los encargados de taller.

- **Pregunta 5:**

**¿Estaría dispuesto a formar parte de los centros autorizados para el almacenamiento de neumáticos temporales?**



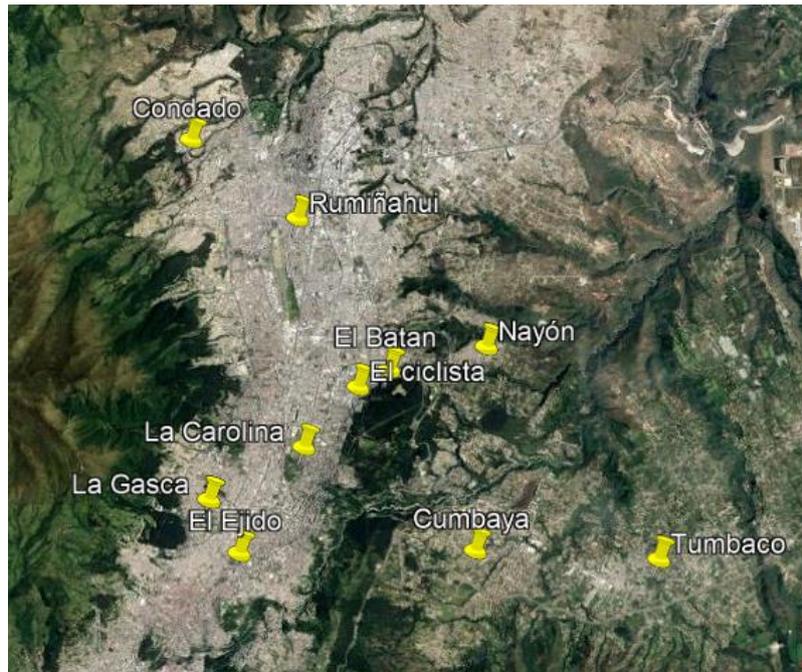
*Figura 18.* Respuesta al interés por parte del taller a formar parte de los centros autorizados de almacenamiento temporal de neumáticos.

Se observa que, de acuerdo a la pregunta planteada, la mitad de los encargados de taller estarían interesados en formar parte de los centros autorizados para el almacenamiento temporal de neumáticos, y la otra mitad no estarían interesados, debido a factores externos cómo el espacio que ocuparían los neumáticos y el lugar donde se encuentra el taller.

Posteriormente, se visualiza un mapa donde se encuentran ubicados los 10 talleres que formaron parte de la encuesta, los talleres se identificaron con antelación con relación a la información obtenida previamente, en estos talleres la principal función es el cambio y arreglo de neumáticos al momento de la identificación se procuró establecer lugares únicamente en donde se realicen el cambio de neumáticos de motocicleta de todo tipo, con el fin de obtener información relevante sobre el presente estudio.

- **Pregunta 6:**

**¿En qué sector se encuentra ubicado su taller?**



*Figura 19.* Sectores de los talleres de cambio de neumáticos de motocicleta.

Se observa una delimitación de los sectores en donde se encuentran ubicados los talleres, concentrándose el mayor porcentaje en el sector Norte de la ciudad de Quito, y en menor porcentaje en el valle de Tumbaco, únicamente se tomaron en cuenta talleres de cambio de neumáticos conocidos con anterioridad debido a la limitación de datos existentes al momento de la elaboración del trabajo.

#### **4.4. Análisis de los datos de las encuestas a las personas encargadas de taller**

Se recopilaban datos de 10 talleres de cambio de neumáticos de motocicletas, a lo largo del DMQ. Entre la población encuestada se determinó que existen personas que, si realizan una adecuada gestión de los desechos especiales; no obstante, la mayoría (70%) no conocía sobre este procedimiento, pero si estarían interesados en conocer sobre un correcto manejo de los desechos.

Los encargados de taller se prestaron cordialmente a responder las preguntas de la encuesta con la mayor veracidad en la información proporcionada, debido a que este es un tema de interés para ellos, debido a que al estar en constante

cambio de neumáticos varios de los usuarios cómo supieron manifestar, les obsequian o les venden los neumáticos y tienden a acumularlos en sus locales por varios meses sin saber qué hacer con ellos. En sí estos actores conocen de los programas de gestión, pero no están al tanto de la ubicación de los puntos de acopio, es decir donde se pueden dejar los neumáticos. Han mostrado interés por contribuir con una gestión integral y ser puntos estratégicos; sin embargo, el espacio disponible en los talleres es una limitante.

Es importante empezar una cultura de cambio sobre el post-consumo de este tipo de desecho y juntar esfuerzos para poder reinsertar dicho desecho en la cadena productiva, volviéndole útil cómo materia prima para la elaboración de otros productos a base de los componentes de un NFU.

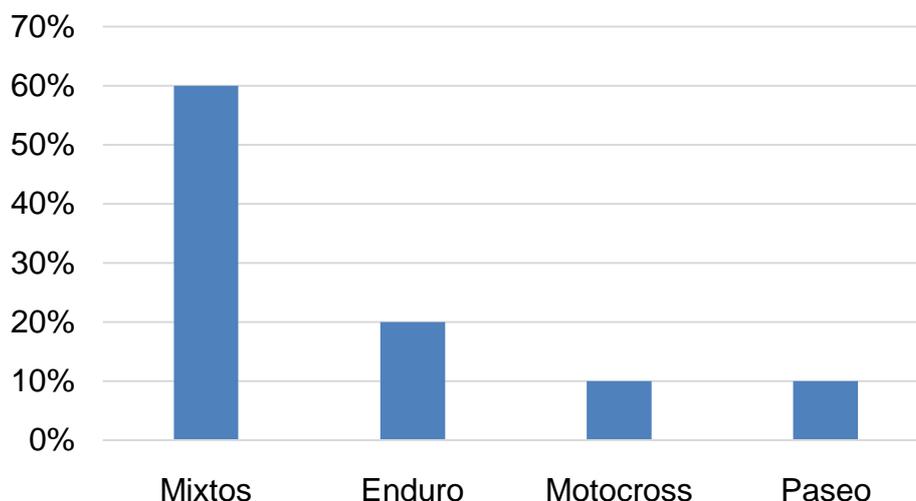
#### **4.5. Resultado de las encuestas aplicadas a los distribuidores**

Las encuestas planteadas reflejaron información actual sobre la venta de neumáticos de motocicletas y la cantidad que se comercializa cada año, de acuerdo con la necesidad de cada usuario el cual al momento de comprar un neumático se enfoca principalmente en el tipo para poder realizar su actividad cotidiana, posterior a esto se enfoca en el valor económico del mismo, la marca, y por último la procedencia del neumático ya sea de producción nacional o importado, es importante mencionar que de acuerdo al tipo de neumático se puede predecir su vida útil, ya que influyen factores cómo. uso, lugar específico en donde se lo transita, y conocimientos de mantenimiento preventivo y correctivo para lograr prolongar la vida útil del neumático de motocicleta.

En la figura 20 se evidencia claramente el porcentaje de respuestas obtenidas para los tipos de neumáticos que prefieren los usuarios por la actividad que desarrollen cotidianamente en cada motocicleta, se consideró para la encuesta los neumáticos de motocicleta que fueron vendidos en un periodo de un año.

- **Pregunta 1:**

**Indique un aproximado del tipo de neumáticos más vendidos en los últimos 6 meses**



*Figura 20.* Porcentaje aproximado de compra por tipo de neumáticos de motocicleta.

Cómo se puede apreciar en la figura 20 la cual indica un aproximado del tipo de neumáticos que fueron vendidos en las distribuidoras encuestadas en un periodo de 6 meses, en el gráfico se indica que: el tipo de neumático más vendido es el correspondiente al neumático "Mixto" en un 60%, en menor cantidad los tipos de Enduro, 20% y en un 10% se encuentran los neumáticos de motocross, y de paseo, el neumático considerado como "Mixto" se lo puede usar tanto en la ciudad como en caminos secundarios que demanden mayor resistencia para las condiciones del neumático, se les considera los más óptimos para ser usados en trabajo a diario, paseos, o actividades cotidianas.

A continuación, se puede observar la pregunta número 2, que corresponde a la encuesta a las distribuidoras de neumáticos de motocicleta.

- **Pregunta 2:**

**¿Cuántos neumáticos fueron vendidos en los últimos 5 años?**

Se evidencia en la tabla 16 la cantidad de neumáticos que fueron vendidos por parte de las distribuidoras encuestadas en un periodo correspondiente desde 2015 hasta el 2019.

Tabla 16.

*Cantidad de neumáticos vendidos por las distribuidoras encuestadas entre los años 2014 y 2019.*

Año	Neumáticos
2015	1.400
2016	1.500
2017	1.900
2018	2.050
2019	2.300

Se puede analizar en la figura 21, el porcentaje de neumáticos que fueron vendidos en un periodo de 5 años por parte de 10 distribuidoras.

A continuación, se puede visualizar en la tabla 17 los porcentajes relacionados con el aumento anual de neumáticos vendidos por parte de las distribuidoras.

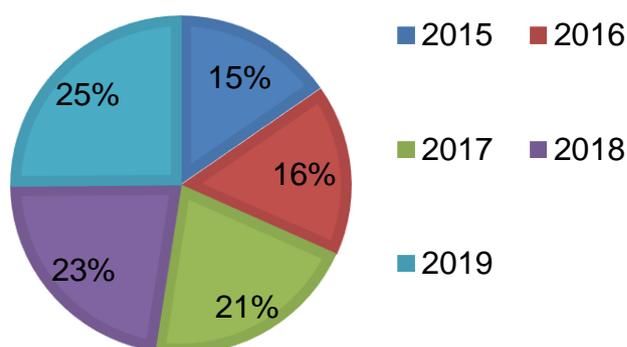
Tabla 17.

*Porcentajes de incremento en las ventas de neumáticos.*

Año	Neumáticos
2016	7,14%
2017	26,6%
2018	7,89%
2019	12,19%

En la tabla 17 se puede apreciar el incremento en porcentaje en la venta de neumáticos por parte de las distribuidoras con relación al año anterior de comercialización.

#### Porcentaje de neumáticos vendidos



*Figura 21.* Porcentaje anual de comercialización de neumáticos de motocicleta.

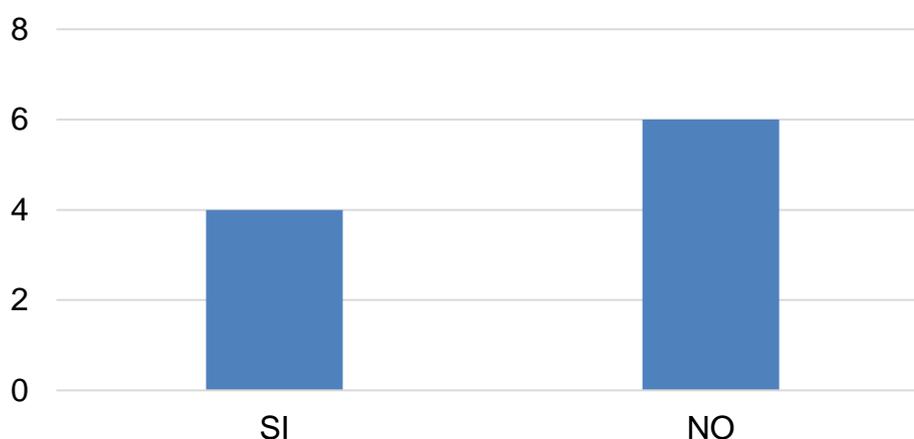
La figura 21 representa el porcentaje de la venta del total de neumáticos por parte de 10 distribuidoras durante 5 años. Se evidencia que el año 2019 representa un 25% de las ventas totales, este es el porcentaje más alto por año debido al aumento de motocicletas, que contribuye a una mayor demanda de

neumáticos cada año. En contraste, el porcentaje de ventas más bajas fue del 15% que corresponde al primer año de registro que es del año 2015.

A continuación, se evidencia en la figura 22, el número de respuestas afirmativas por parte de las distribuidoras encuestadas sobre si cuentan o trabajan de manera particular con algún programa o gestor autorizado para la recolección de neumáticos fuera de uso.

- **Pregunta 3:**

**Su distribuidora cuenta con algún programa particular o trabaja con algún gestor que permita recolectar los neumáticos de manera temporal.**



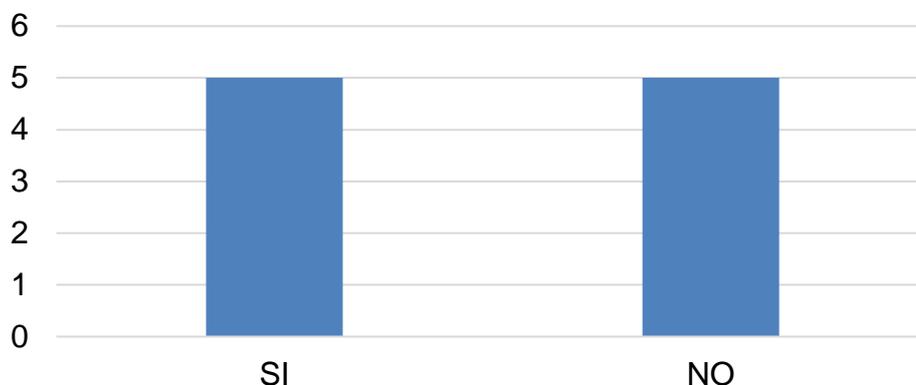
*Figura 22.* Respuesta sobre el conocimiento de un programa para la recolección de neumáticos de manera temporal.

Se puede apreciar que en la figura 22 que la mayoría de distribuidora de neumáticos de motocicletas, no cuentan con un programa particular o con algún gestor autorizado.

Ahora, se muestra en la figura 23, las respuestas obtenidas sobre la pregunta de interés por parte de la distribuidora en recibir información sobre disposición final de los NFU.

- **Pregunta 4:**

**¿Estaría interesado en recibir información sobre disposición final, métodos de recuperación de los NFU y su correcta preservación para que sean útiles en otros procesos?**

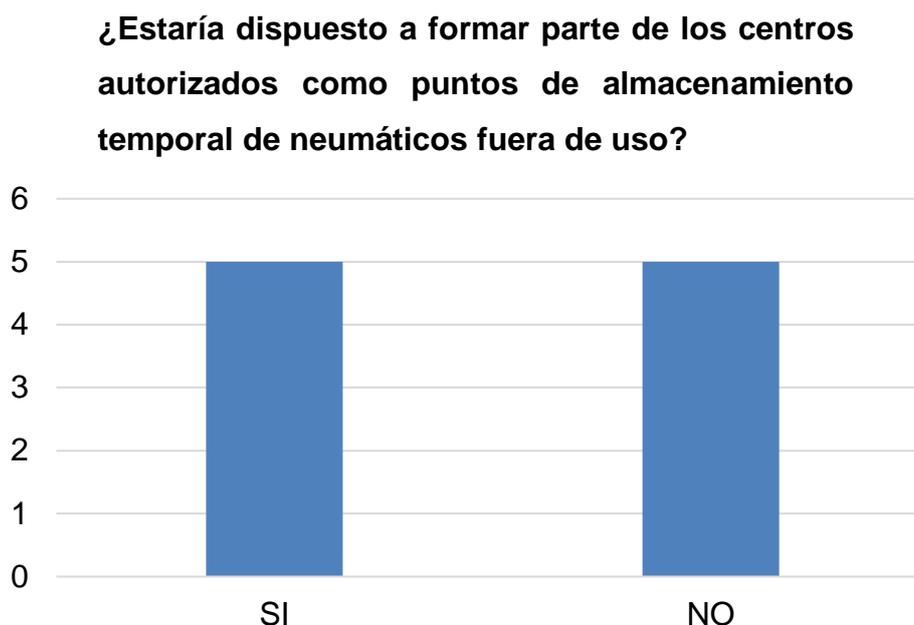


*Figura 23.* Respuestas sobre el interés en recibir información sobre una adecuada disposición final y métodos de recuperación de los NFU.

Se aprecia que en la pregunta número 4 que los encargados de las distribuidoras tienen criterios divididos, ya que 5 talleres afirmaron estar interesados en recibir información sobre métodos de recuperación y correcta preservación de estos para que puedan ser útiles en otros procesos de elaboración de productos a base de componentes de un NFU; mientras que, las 5 distribuidoras restantes respondieron que no están interesados en recibir esta información, debido a que no poseen espacio necesario, o el lugar es muy pequeño o no se encuentra en un lugar con las condiciones necesarias para poder ser considerado como un sitio de almacenamiento temporal de este tipo de desechos. .

En la figura 24, se puede apreciar las respuestas obtenidas formuladas a la pregunta sobre el interés que tengan las distribuidoras en formar parte de los centros autorizados de almacenamiento temporal de NFU de motocicletas con el fin de contribuir con una adecuada gestión integral de este tipo de desecho.

- **Pregunta 5:**



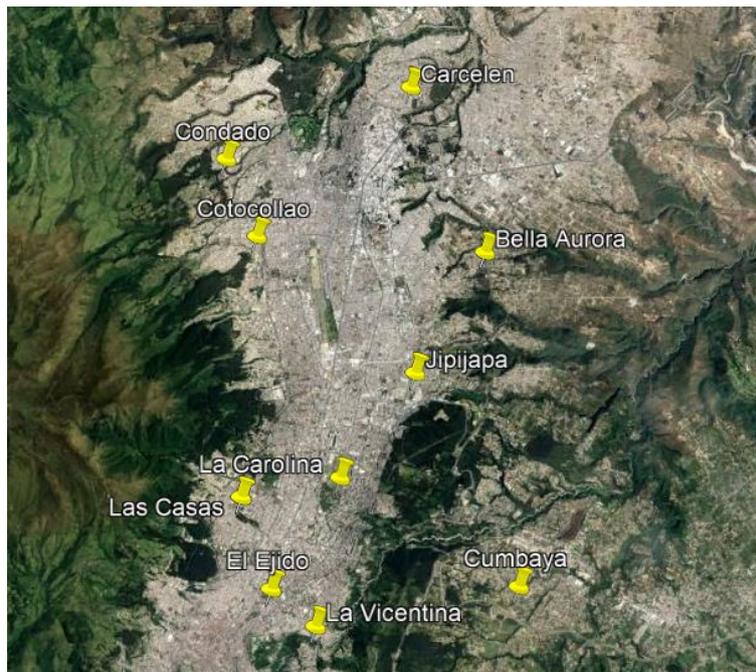
*Figura 24.* Respuesta sobre el interés de la distribuidora a formar parte de los centros autorizados de almacenamiento temporal.

Se puede observar en la gráfica que existe una igualdad en las respuestas por parte de las distribuidoras al querer formar parte o no de un punto autorizado para el almacenamiento temporal de NFU, esto se debe a factores externos, más no al desinterés por cuidar el ambiente, los factores externos son: falta de espacio o ubicación de la distribuidora.

Posteriormente se puede evidenciar en la figura 25 los sectores en los cuales los cuales fueron identificados y en donde se encuentran las 10 distribuidoras encuestadas en la ciudad de Quito, en estos lugares la actividad principal se enfoca en la venta de neumáticos de motocicletas, de todo tipo de medidas establecidas para ser consideradas cómo neumáticos de motocicletas, de igual manera se comercializan otros tipos de elementos de caucho cómo son los tubos de refacción.

- **Pregunta 6**

**¿En qué sector se encuentra su Distribuidora?**



*Figura 25.* Ubicación de las distribuidoras de neumáticos de motocicletas.

Se observa una delimitación de los sectores en donde se encuentran distribuidas las distribuidoras de neumáticos, concentrándose el mayor porcentaje en el sector Norte de la ciudad de Quito, se tomó en cuenta distribuidoras de neumáticos conocidos con antelación, debido a la limitación de datos existentes al momento de la elaboración del trabajo.

#### **4.6. Análisis de los datos de las encuestas a las personas encargadas de una distribuidora autorizada**

Se recopilieron datos de cada distribuidora de neumáticos de motocicleta, en base a la formulación de preguntas sobre la situación actual de la gestión de neumáticos fuera de uso, el interés por formar parte de los centros autorizados para la recepción temporal de NFU, y la información para conocer qué tipo y la cantidad de neumáticos son comprados por los usuarios en un periodo de 5 años.

A varios encargados de distribuidoras les interesó contribuir con una gestión integral y ser puntos estratégicos; sin embargo, mencionaron de igual forma que

el espacio que disponen en sus lugares de trabajo para poder destinarlo a almacenamiento temporal de los NFU es escaso. Este criterio refuerza lo indicado por los encargados de los talleres de reparación.

Año a año la venta de neumáticos aumenta, pese a ello las políticas de recuperación de neumático se establecen sin tener en cuenta la poca gestión que se realiza. El 50% de los representantes de las distribuidoras presentan interés en poder formar parte de un centro autorizado, a pesar de la poca información que obtienen sobre el tema. Este grupo es primordial, ya que están inmersos en la constante compra y venta de neumáticos de motocicletas, conocen cual es el interés por parte de los usuarios y, los problemas que pueden generar una mala gestión al momento de ignorar los programas de recolección de NFU existentes.

## **5. Capítulo V. Propuestas mediante Logística Inversa**

Una vez recopilada la información por parte de los programas gubernamentales, los cuales han venido trabajando desde el año 2012 con la implementación de estrategias para la recuperación de neumáticos de todo tipo de vehículo, se logró contar la con el número de neumáticos de motocicleta que fueron recuperados desde el año 2014. Las encuestas permitieron la recuperación de valiosa información sobre la situación actual de los neumáticos de motocicletas fuera de uso y las actividades que los usuarios suelen hacer con estos desechos; sin embargo, existe la posibilidad de que estos NFU entren a la cadena productiva mediante la logística inversa diseñada específicamente para reinsertar un elemento que culminó con su vida útil y, que además sea, parte fundamental en otro proceso de elaboración mediante técnicas que favorezcan el mayor aprovechamiento de sus componentes. Para esto existen gestores autorizados encargados de llevar a cabo dicha operación; no obstante, el desconocimiento por parte de los motociclistas, talleres, y puntos de distribución de venta de estos artículos influye drásticamente en una recuperación óptima para llevar a cabo una metodología la cuál permita captar la mayor cantidad de los neumáticos,

utilizando varias herramientas que sin lugar a duda tendrán grandes beneficios y se podrá llevar a cabo la recuperación de este desecho especial.

### **5.1. Elaboración de propuestas aplicando logística inversa**

Aplicando la logística inversa se logra reinsertar un desecho en la cadena productiva generando un valor a este residuo, para esto es importante conocer que un neumático es una fuente de materia prima, debido a que sus componentes son de alta resistencia y muy duraderos.

Para aplicar la logística inversa en el proceso de recuperación de los neumáticos de motocicleta que cumplieron con su vida útil es necesario identificar varios aspectos los cuales son:

#### **1.- Identificar y mejorar los procesos y rutas de logística inversa actuales.**

De acuerdo a lo encuestado el 40% de las distribuidoras cuentan con un programa o un manejo interno de los neumáticos, y un 20% de los talleres encuestados cuentan con algún programa sobre gestión de desechos, por otro lado el usuario final únicamente en un 16% se encarga de entregar el NFU a un gestor; sin embargo, el 64% de los motociclistas dejan los neumáticos en un taller, este proceso en la actualidad es ineficiente debido a que al no contar o desconocer sobre una correcta gestión o lugares de recepción de neumáticos estos son finalmente desperdiciados como materia prima y posiblemente terminen en un relleno sanitario.

Al no ser eficiente se puede trabajar en áreas de oportunidad para poner en práctica un plan de optimización.

#### **Recomendaciones**

- Establecer programas con contenido basado en la correcta disposición de los residuos especiales, tratando de llegar a la mayoría de usuarios posibles mediante el uso información digital, redes sociales, informativos

para que el usuario tenga una información disponible a la mano y muy práctica de llevarla a cabo.

- Realizar campañas mediante pequeños videoclips para lograr una concientización sobre una adecuada gestión de este desecho.
- Creación de una aplicación gratuita que indique en tiempo real, el número de sitios de acopio temporal de NFU, distribuidos en la ciudad y la capacidad de almacenamiento que cada uno de estos tenga.

### **Datos de utilidad**

Más del 91% de neumáticos de motocicleta en el DMQ no son recuperados, de estos un 5% terminan directamente en un contenedor municipal de acuerdo a datos proporcionados por los motociclistas y, en un 60% terminará en un contenedor si no se tiene una adecuada gestión. Este dato puede ser mayor, dado que existen actividades dentro de la reutilización y el reciclaje de estos desechos que finalmente cumplirán con su vida útil y probablemente terminen en un contenedor de igual manera.

### **2.- Proceso de captación de neumáticos**

Todo usuario al momento que adquiere un producto, no es consciente del destino final de este producto al convertirse en un residuo, por ello es importante elaborar un proceso adecuado para el desecho que busca ser reinsertado en la cadena productiva, en este caso los NFU de motocicletas. Es necesario crear políticas para garantizar el retorno de los NFU, para esto es importante mantener un proceso actualizado para los desechos que el cliente considere retornar.

### **Recomendaciones**

- Se podría aplicar un seguimiento al neumático en función a su tiempo estimado de vida útil, a través del contacto permanente con el cliente sea por correo electrónico o por mensaje para informarle que puede sin ningún costo dejar su NFU, en el lugar en donde lo adquirió para contribuir con un cuidado ambiental.

### **Dato de utilidad**

El motociclista al momento de recibir su nuevo neumático no conoce que es lo que puede hacer con el neumático que ha concluido su ciclo de vida útil, por esta razón es indispensable la información que se le puede impartir al usuario. De no ser la distribuidora un punto de acopio temporal se le podría indicar al usuario cuales son los lugares más cercanos con el fin de lograr una recuperación del NFU.

### **3.- Ubicación de los centros de almacenamiento temporal**

Esta etapa consiste en una de las más importantes del proceso de logística inversa, ya que es necesario conocer los lugares más cercanos al sitio de residencia del usuario final. Las ubicaciones deben basarse en el sitio más próximo para que el usuario final pueda dirigirse y dejar su desecho en un sitio que le garantizara una correcta y adecuada gestión.

### **Recomendaciones**

- Realizar un mapa interactivo de los sitios o puntos de almacenamiento temporal de neumáticos.
- Impartir información mediante redes sociales, imágenes, videos, sobre la ubicación y horario de cada punto.
- Colocar cerca de los puntos de almacenamiento temporal la descripción correcta de su operación con la publicación de pancartas o carteles sobre el proceso de gestión de neumáticos para informar a la ciudadanía que circule por el lugar y le interese.

### **Datos de utilidad**

La falta de información es la principal causa de una mala gestión, de acuerdo con los encuestados, a un 95% de motociclistas le interesara conocer sobre los sitios temporales de disposición final, y a un 50% de talleres y de distribuidoras les interesa conocer sobre una adecuada metodología de gestión de desechos especiales.

#### **4.- Buscar apoyo con empresas de gestión para poder implementar un proceso de logística inversa.**

Es necesario contar con una empresa destinada a la gestión de neumáticos con el fin de impartir información relevante y comunicar a los motociclistas la metodología y seguimiento de un programa para la recuperación de neumáticos, el objetivo es abarcar varios beneficios incluyendo una gestión estandarizada de los retornos y un servicio de calidad a los usuarios.

Cada usuario tendrá información interactiva sobre los puntos de almacenamiento temporal que se encuentren cercanos a sus respectivos domicilios, obtenida mediante base de datos de la empresa de gestión, para facilitar la recolección de los neumáticos en los puntos de acopio autorizados. Mediante las encuestas se pudo evidenciar que el sector norte consta con los talleres que pueden ser un posible candidato a un punto de almacenamiento temporal.

Para poder implementar la logística inversa en el proceso de retornos de neumáticos hacia la cadena productiva se puede utilizar la herramienta conocida como el ciclo de Deming, esta herramienta consiste en 4 pasos los cuales están detallados de forma sistemática para evaluar y cumplir con el proceso de logística inversa.

En la construcción de modelos se debe destacar que las metodologías de logística directa son redes divergentes, es decir, hay muy pocos orígenes o sitios para ser tomados como iniciales, principalmente se enfocan en fábricas de producción, sin embargo las redes de logística inversa se caracterizan por ser convergentes, es decir, tienen muchos orígenes principalmente los generadores de residuos, y pocos destinos que son las fábricas que utilizan material reciclado de los residuos y los transforman en nuevos productos, dentro de la cadena de suministros, el flujo directo presenta un sistema pull, en el cual el cliente es el destino del flujo de bienes, mientras que en el flujo inverso se presenta un sistema push, el cual principalmente se enfoca en un trabajo de manera más centralizado obligando de cierto modo a que se cumplan los programas de producción que fueron calculados por adelantado (Avilez, 2009).

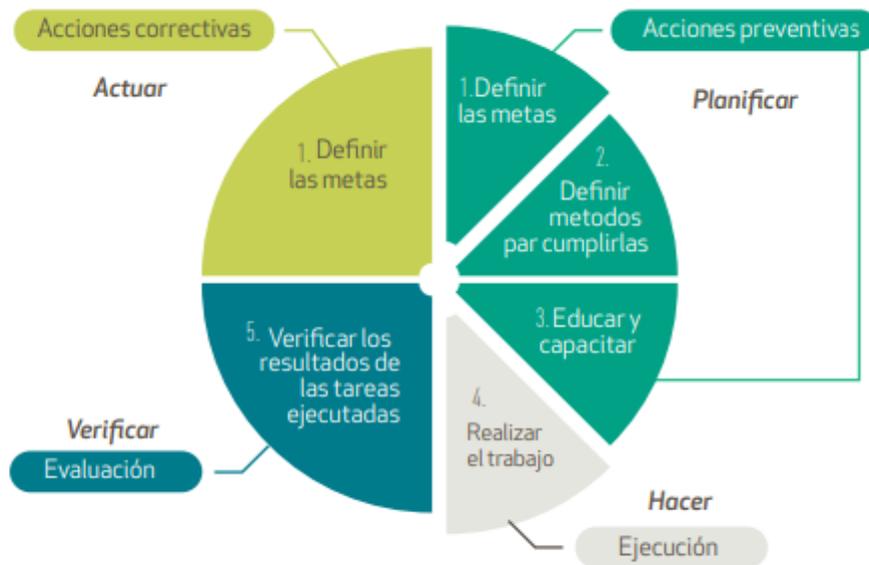


Figura 26. Ciclo de Deming

adaptado de: Lódola, 2020.

**Actuar:** Se empieza con la definición de metas.

- En este caso la meta sería promover el retorno de los NFU a la cadena productiva aplicando logística inversa.

**Planificar:** Definir los métodos para poder cumplir las metas.

- Los métodos serán la implementación de planes piloto, programas de información, publicidad y acceso a información.
- Para fortalecer la metodología de recuperación, se puede compartir información por redes sociales o anuncios mediante el apoyo de gestores, para incrementar el interés de los usuarios en la recuperación del neumático con el fin de buscar la reinserción a la cadena productiva.

**Hacer:** Realizar el trabajo.

- Poner en marcha lo establecido y propuesto para verificar la aplicación de la metodología propuesta.

- Impartir información detallada al momento de comprar un neumático, esta se puede enviar por correo electrónico al momento del cambio o compra del neumático, con el fin de indicar un mantenimiento y uso adecuado del mismo y señalar los productos que se pueden elaborar con los componentes de un NFU.

**Verificar:** Los resultados de las tareas obtenidas.

- Mediante el planteamiento de otra encuesta, hacia los motociclistas una vez aplicada la metodología de recuperación se establecerá si fue factible la implementación de este tipo de proceso mediante logística inversa y si sus resultados fueron favorables.
- Siguiendo estas cuatro actividades, si se logra la completa implementación de los modelos descritos anteriormente se obtendrá una cadena permanente y sustentable que ayudará, no únicamente a la reutilización de materiales, sino también a una correcta disposición final de este tipo de desechos. El propósito es que día a día se fortalezcan las prácticas de buena gestión, y no que se las realice solo con los neumáticos, sino también con otros componentes de caucho de la motocicleta, con el fin de reinsertar los elementos del NFU.

## **6. Conclusiones y Recomendaciones**

### **6.1. Conclusiones**

Este trabajo presenta un estudio basado en el post-consumo de los neumáticos de motocicleta con el fin de encontrar soluciones para poder reinsertar los NFU a la cadena productiva mediante la aplicación de logística inversa.

Se pudo concluir que existe un alto porcentaje de neumáticos que no son recuperados, representado por un 90% en el DMQ, esto implica que son desechados a los botaderos municipales, contribuyendo con la contaminación ambiental y ocupando un espacio, el cual podría ser utilizado por otro tipo de desechos.

Es evidente que la falta de información es un factor determinante para una buena gestión de un residuo, si no existe información sobre los puntos de acopio de neumáticos fuera de uso o simplemente la información es escasa, el usuario final optará por la opción más fácil, la cual es el desechar un neumático en un contenedor municipal.

Los motociclistas en su mayoría realizan actividades de reciclaje y reutilización con los neumáticos que han terminado con su vida útil, estas actividades constituyen una alternativa para mitigar el impacto ambiental ocasionado por estos desechos, sin embargo, no es la mejor opción.

La falta de programas de recuperación exclusivamente de neumáticos de motocicletas contribuye a un vacío de información y, por ende, a una gran incertidumbre cómo a donde van a parar estos neumáticos. En el presente estudio se pudo levantar información muy valiosa, ya que, por ejemplo, se pudo conocer que el 60% de los usuarios no desechan este neumático, sino que lo reciclan o reutilizan para aliviar en cierto grado la contaminación; sin embargo, una correcta gestión permitiría un mayor aprovechamiento y contribución con el medio ambiente, ya que el residuo podría formar parte de la cadena productiva y ser materia prima para la elaboración de un nuevo producto.

Los talleres y distribuidoras al estar en constante trabajo con los neumáticos conocen claramente el problema que ocasiona una mala gestión de los mismos; no obstante, la mayoría aplica pequeñas actividades cómo la reutilización de estos. La mayoría de veces utilizan partes de caucho para poder implementarlos en piezas de metal con el fin de que sirvan cómo aislante o soporte de algún elemento pesado, de todas maneras, existe un gran desperdicio del resto de materiales que conforman un NFU.

Las propuestas establecidas para la recuperación de los NFU se alinean a lo establecido por la metodología de logística inversa, que busca la reinserción de este tipo de desechos en la cadena productiva; el conjunto de estas propuestas contribuirá con la mejora de la actual gestión que al momento es ineficiente, ya que, debido a la falta de información, los motociclistas han realizado únicamente

prácticas de reutilización y reciclaje a nivel doméstico. Se espera que las propuestas planteadas optimicen el manejo integral de este tipo de residuos según lo planteado, en las propuestas se podrá poner a disposición del usuario, los puntos de acopio temporales de NFU, información detallada de la correcta disposición final de este desecho, aplicación de mapas interactivos en los cuales se indique en tiempo real el espacio disponible en los centros de acopio del DMQ.

## **6.2. Recomendaciones**

Se recomienda establecer políticas y medidas de recuperación que garanticen el retorno de la mayoría de neumáticos que son vendidos anualmente por parte de las distribuidoras en el DMQ.

Difundir información valiosa sobre los productos que se pueden elaborar a partir de los componentes de un neumático fuera de uso y el tipo de proceso que se emplea para poder realizar esta actividad productiva.

Se sugiere la aplicación de las medidas de logística inversa a fin de realizar una valoración de indicadores de gestión que validen la aplicación de lo que se ha propuesto en el presente estudio.

Es necesario conocer la situación actual post-consumo de los neumáticos de motocicleta en el lugar de estudio, con el fin de contribuir con la solución a la problemática referente a la mala gestión de los NFU.

Para futuras investigaciones, se recomienda el levantamiento de información con un número mayor de talleres y distribuidoras con el fin de tener un panorama más amplio e información ampliada que contribuyan con un análisis más exhaustivo de la situación actual de los neumáticos en este tipo de lugares.

Se recomienda establecer diferentes encuestas para cada actor identificado, con el fin de esclarecer los requerimientos de búsqueda que contribuyan con soluciones para la situación actual de la problemática con relación a la mala gestión de los desechos especiales.

## REFERENCIAS

- Alemán, R. (2016). La aplicación de un modelo en la gestión de neumáticos OTR permite hacer visible las oportunidades de mejora, así como hacer una evaluación cuantitativa y cualitativa. Quito. Ecuador: ANDARELE CASA EDITORIAL
- Aragundi, C. & Almendariz, J. (2012). IMPLEMENTACION EFECTIVA DE UNA OPERADORA ESPECIALIZADA EN LOGISTICA INVERSA PARA LA INDUSTRIA DE BEBIDAS EN LA CIUDAD DE GUAYAQUIL. GUAYAQUIL. ECUADOR. Recuperado el 01 de junio de 2020 de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/248/1/T-UCSG-PRE-ECO-GES-23.pdf>
- Avilez, M. (2009). Actividades del sector primario. Quito, Ecuador: El Cid Editor. Recuperado el 01 de abril de 2020 de: ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3183687>.
- Badenes, R. (2013). La Logística Inversa: Concepto y Definición. Quito, Ecuador: Oceano Ecuador. Recuperado el 25 mayo de 2020 de: [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/46172/Art\\_Docente\\_LI\\_Cast.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/46172/Art_Docente_LI_Cast.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Betancur, M. (2015). Valorización de neumáticos fuera de uso por pirólisis: rendimiento y propiedades de los productos usando un reactor de tipo auger. Bogotá, Colombia: Editorial Atenea
- Cabrera, I. (2010). Posibilidad de uso del polvo de recape de neumáticos en mezclas asfálticas, Editorial Universitaria. Recuperado el 05 de abril de 2020 de: ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3187162>.

- Cano, E. Cerezo, L. & Urbina, M. (2015). Valorización material y energética de neumático fuera de uso. Recuperado el 10 abril de 2020 de: [https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT10\\_valorizacion-energetica-neumaticos.pdf](https://www.madrimasd.org/uploads/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/VT/VT10_valorizacion-energetica-neumaticos.pdf)
- Castells, X. (2009). Clasificación y gestión de residuos, Ediciones Díaz de Santos. Recuperado el 27 de marzo de 2020 de: ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3228780>.
- Consultores, M. (2016). Once Erres (11-Rs) en la Logística Inversa. Buenos Aires, Argentina: Amorrortu Editores
- De, D., Neumáticos, G. D. E., Para, U., & Año, E. L. (2019). Circular Nro . MAE-SCA-2019-0001-C Circular Nro . MAE-SCA-2019-0001-C. Quito, Ecuador. Recuperado el 22 de enero de 2019. 1–2. [http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tpos/1502-0439\\_HallerEP.pdf](http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/tpos/1502-0439_HallerEP.pdf), <https://www.ecocaucho.com.ec/empresa>.
- EMGIRS-EP. (2017). Recuperamos llantas que llegan al Relleno Sanitario. Quito, Ecuador. Recuperado el 4 marzo de 2020 de: <https://www.emgirs.gob.ec/index.php/noticiasep/373-recuperamos-llantas-que-llegan-al-relleno-sanitario>.
- Federación de Motociclismo de la Comunidad Valenciana. (2015). Tipos y Características del Neumático de Campo. Valencia, España. Recuperado el 15 abril de 2020 de: [https://fedemoto.info/ImgFCK\\_26/file/2015/reglamentos/2015-manual-ruedas-campo.pdf](https://fedemoto.info/ImgFCK_26/file/2015/reglamentos/2015-manual-ruedas-campo.pdf)
- García, J. Reding A. & López J. (2013). Cálculo del tamaño de la muestra en investigación en educación médica. Recuperado el 04 de mayo del 2020 de: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2007505713727157?token=1A>

2286400B8027E310C322B817B4D995D82785C0F0E3D75B5FEE1D4C  
99BA2E98920EBBB773182B5C6C06936EC1DB9B0D

García, R. (2019). Gestión de residuos inertes. UF0286, Bogotá, Colombia: Editorial Tutor Formación. Recuperado el 02 de abril de 2020 de: ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=5809969>.

González, J. Rufino, H. Riba, L. & Cobo, E. (2014). Tamaño muestral. Recuperado 04 de abril del 2020 de: [http://www.ub.edu/ceea/sites/all/themes/ub/documents/Tamano\\_muestral.pdf](http://www.ub.edu/ceea/sites/all/themes/ub/documents/Tamano_muestral.pdf)

González, P. (2019). Impacto ambiental en las actividades humanas. UF0735, Editorial Tutor Formación. Recuperado el 01 de abril de 2020 de: ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=5758308>.

González, P. D., & Peñate, D. R. S. (2001). Tratamiento de residuos Asociación Internacional de Economía Aplicada, Madriz, España: Alianza Editorial

Haller, E. (2010), Logística inversa: el medio ambiente y las cadenas de suministro de ciclo cerrado, Buenos Aires, Argentina: Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ciencias Económicas, Escuela de Estudios de Posgrado.

Hern, R. (2017). La logística inversa como estrategia competitiva. Lima, Perú: Librería Mesa Redonda

Hernández, E. (2014). Logística Directa. Quito, Ecuador. Recuperado el 14 de febrero de 2020 de: <https://es.scribd.com/document/230000365/Logistica-Directa>

- Iglesias, A. (2018). Manual de logística inversa, México DF. México: ESIC Editorial. Recuperado el 07 de abril de 2020 de: ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=5758469>.
- INSHT (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo). (2012). Capítulo 80 Industria del caucho. Recuperado el 30 de marzo de 2020 de: ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3204053>.
- José, M., & Castillo, C. (2017). Diseño de un modelo matemático de logística inversa para la gestión del manejo de llantas usadas. Bogotá, Colombia: Babel Libros
- Lara, C. & Romero, S. (2018). Diseño de un modelo de logística inversa para llantas. Una aplicación en proyectos de construcción de vivienda de interés social en Bogotá. Bogotá, Colombia. Recuperado el 30 de noviembre de 2019 de: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6611/1/3121662-2018-1-II.pdf>
- Lódola, A. (2020). Desde adentro. Quito, Ecuador: Revista Institucional de La Facultad de Ciencias Económicas, año 2, no.
- López, J. (2010). Incorporación de la logística Inversa en la cadena de suministros y sus influencias en la estructura organizativa de las empresas. Recuperado el 24 de junio de 2020 de: [https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/1493/03.JLP\\_3de10.pdf;sequence=4](https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/1493/03.JLP_3de10.pdf;sequence=4)
- López, M. (2017). Tratamiento de residuos urbanos o municipales: Monterrey, Mexico: Editorial CEP, S.L. Recuperado el 30 de marzo de 2020 de: ProQuest Ebook Central,

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=5214080>.

MAE, 2017. Movilización de más de 14 neumáticos en el mes de septiembre. Recuperado el 7 de enero de 2020 de: <https://www.ambiente.gob.ec/programas-y-servicios/>

MAE. (2017). Movilización de más de 14 neumáticos en el mes de septiembre. Recuperado el 27 de marzo de 2020 de: <https://www.ambiente.gob.ec/programas-y-servicios/>

MAE-PNGIDS. (2010). INFORME DE GESTIÓN MAE-PNGIDS 2010-2013. Recuperado el 6 de enero de 2020 de: <http://suia.ambiente.gob.ec/documents/10179/254996/Informe+Gestion+detallado+MAE-PGNIDS+2010-2013.pdf/0b66f1c8-98bc-430a-bdab-75f8e7afeed0>

Malilay, J. Flanders, D. & Brogan, D. (2007). Método modificado de muestreo por conglomerados para la evaluación rápida de necesidades después de un desastre. Recuperado el 03 abril de 2020 de: <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/1997.v2n1/7-12>.

Marcela, A., & Rubio, R. (2018). Usadas en el contexto urbano considerando los lineamientos para su formulación y modelación. Ibagué, Colombia: Universidad de Ibagué Facultad de Ingeniería Programa de Ingeniería Industrial.

Miguel, J., & Rodríguez, M. (2015). La tasa de gestión de residuos sólidos urbanos, un análisis actualizado. Sevilla, España: Universidad Pablo de Olavide tasa, residuos sólidos urbanos, ordenanza fiscal tax, municipal solid waste, tax ordinance.

Miguel, José, Gómez, F., Segura, J. T., & Fernández, M. P. (2011). Propuesta de un modelo para la gestión de los neumáticos de una flota de vehículos, Sevilla. España: 646–651.

- Mora, L. (2013). Logística inversa y ambiental: retos y oportunidades en las organizaciones modernas, Ecoe Ediciones. Recuperado el 03 de abril de 2020 de: ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=4870552>.
- Mujal-Rosas, R.; Orrit-Prat, J.; Ramis-Juan, X.; Marin-Genesca, M.; Rahhali, Ahmed. (2011). "Características dieléctricas de diversos polímeros (PVC, EVA, HDPE, y PP) reforzados con neumáticos fuera de uso (GTR)". *Afinidad*, 68(554). Recuperado el 22 de abril de 2020 de: <https://www.raco.cat/index.php/afinidad/article/view/268106>.
- Olivos, P. C., Carrasco, F. O., Flores, J. L. M., Moreno, Y. M., & Nava, G. L. (2015). Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México. México DF, México. Recuperado el 23 de marzo del 2020 de: [https://doi.org/10.1016/S0186-1042\(15\)72151-0](https://doi.org/10.1016/S0186-1042(15)72151-0).
- Otzen, T. & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. Recuperado el 20 de septiembre de 2019 de: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- PNGIDS. (2018). Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos. Recuperado el 30 de marzo de 2020 de: <https://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
- PNGIDS. 2018. Programa Nacional para la Gestión Integral de Desechos Sólidos. Recuperado el 18 de mayo de 2020 de: <https://www.ambiente.gob.ec/programa-pngids-ecuador/>
- Porras, A. (2018). Tipos de muestreo. Recuperado el 24 de septiembre del 2019 de: <https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/163/1/19-Tipos%20de%20Muestreo%20-%20Diplomado%20en%20An%C3%A1lisis%20de%20Informaci%C3%B3n%20Geoespacial.pdf>

- Red Española de Compostaje. (2014). Residuos urbanos I.4. Madrid, España: Mundi-Prensa. Recuperado el 28 de marzo de 2020 de: ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=484994> 2.
- Rubio, S., & Jiménez, B. (2017). La logística inversa en las ciudades del futuro. Quito, Ecuador.
- Sadhwani, A. (2015). Gestión y tratamiento de residuos I, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica. Recuperado el 03 de abril de 2020 de: ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=477613> 8.
- Seoane, T. Martín, L.R. Sánchez, E. Segovia, L. & Moreno, A. (2007). Capítulo 5: Selección de la muestra: técnicas de muestreo y tamaño muestral. Recuperado el 31 marzo de 2020 de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1138359307739151> 51
- Seoáñez, M. (2002). Tratado de la contaminación atmosférica: problemas, tratamiento y gestión, Mundi-Prensa. Recuperado el 26 de marzo de 2020 de: ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=317642> 9.
- Ulloa, L. De. (2008). Gestión de la valorización (material y energética) de neumáticos fuera de uso ( NFU ). Quito, Ecuador.
- Universidad Autónoma de Aguascalientes. (2009). Toxicología ambiental. Recuperado el 06 de abril de 2020 de: ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=322157> 5.

Vértice. (2008). Gestión medioambiental: manipulación de residuos y productos químicos, Editorial Publicaciones Vértice. Recuperado el 10 de abril de 2020 de: ProQuest Ebook Central, <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=319975>  
3.

Villasmil, M. (2009). Logística Inversa un nuevo desafío de la gestión medio ambiental. Lima, Perú: *Revista Científica Arbitrada*, 2, 175–188.

WASTE IDEAL. (2007). Reciclaje: Neumáticos. Recuperado el 29 de marzo de 2020 de: <https://waste.ideal.es/neumaticos.htm>

## **ANEXOS**

**Anexo 1. Cálculo del número de encuestas para obtener una muestra representativa.**

$$n = \frac{109 * (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{(0.03)^2 * (109 - 1) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{104.68}{0.0009 * 108 + 3.84 * 0.5 * 0.5}$$

$$n = \frac{104.68}{0.0972 + 0.96}$$

$$n = \frac{104.68}{1.0572}$$

$$n = 99.00$$

