

Universidad Del Rosario



**Estrategias de Logística inversa que
permitan la reutilización de llantas usadas**

**Trabajo de grado
Asistente de investigación**

Dolana Marian Ruiz Granados

Bogotá D.C

2016

Universidad Del Rosario



**Estrategias de Logística inversa que
permitan la reutilización de llantas usadas**

**Trabajo de grado
Asistente de investigación**

Dolana Marian Ruiz Granados

Clara Inés Pardo Martínez

Administración en Logística y Producción

Bogotá D.C

2016

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	6
Palabras clave	7
Abstract	8
Keywords	9
1. Introducción	10
2. Fundamentación teórica y conceptual	13
3. Marco metodológico	21
4. Análisis y resultados	24
5. Conclusiones y recomendaciones	36
6. Referencias bibliográficas	38

Lista de Figuras

Figura 1: porcentaje en peso de los componentes de una llanta	13
Figura 2: Gestión de neumáticos en España 2014.....	19
Figura 3: DOFA.....	23
Figura 4: alternativas de los componentes de los neumáticos	24
Figura 5: mal acopio de llantas	25
Figura 6: correcto acopio de llantas.....	26
Figura 7: Proceso actual de neumáticos en Bogotá	27
Figura 8: esquema de reciclaje Signus	28
Figura 9: Propuesta cadena de re uso	29
Figura 10: acomodación de llantas	31
Figura 11: Cadena logística para la reutilización de llantas	33

Lista de tablas

Tabla 1: Generación de llantas usadas por el parque automotor de santa Fe de Bogotá por tipo de vehículo.....	17
Tabla 2: Gestión ambiental de neumáticos en España 2014.....	20

GLOSARIO

- Contaminación: Alterar nocivamente la pureza o las condiciones normales de una cosa o un medio por agentes químicos o físicos. (real academia de España)
- Distribución: Asignación del valor del producto entre los distintos factores de la producción. (real academia de España)
- Logística: Conjunto de medios y métodos necesarios para llevar a cabo la organización de una empresa o de un servicio, especialmente de distribución. (real academia de España)
- Neumático: Pieza de caucho con cámara de aire o sin ella, que se monta sobre la llanta de una rueda. (real academia de España)
- Reciclar: Someter un material usado a un proceso para que se pueda volver a utilizar. (real academia de España)

RESUMEN

Esta investigación busca desde la logística inversa, mostrar como un producto tan implementado y desechado por la sociedad, puede generar un nuevo uso, e incluso la reintegración total de sus materias primas a la cadena de suministro, mostrando la estrecha relación que existe entre la logística inversa y la reutilización de productos fuera de uso. Para esto se analizara el manejo actual que tienen las llantas en Bogotá, planteando su flujo y dando a conocer el principal punto de falencia, que es la recolección y los diferentes sitios de acopio de estas. Los neumáticos o llantas son desechados anualmente en Bogotá sin medir las consecuencias ambientales que esto trae consigo, pues las quemas a cielo abierto de estos materiales y su almacenamiento inadecuado generan altos riesgos para su entorno y el medio ambiente. Además, el manejo inapropiado de llantas es una de las principales razones por la cual pasan a ser obsoletas al poco tiempo de uso. El proceso de fabricación de llantas es muy similar al proceso de cualquier producto, pues en resumen este cuenta con la implementación de sus materias primas, proceso de manufactura, una inspección final y como resultado un producto terminado, que al ser vendido muchas compañías se libran de la disposición final de las llantas. Pero ahí radica un punto a favor para la logística inversa, donde esta buscara la manera de darle un nuevo ciclo de vida a este producto, a través del reciclaje y la reutilización. Mediante esta investigación, se busca captar los principales lugares de acopio de llantas usadas en Bogotá, de manera que estos serán nuestros principales puntos de información para el proyecto, que permita plantear y definir de manera clara estrategias y conclusiones cualitativas. Demostrando a través de matrices de análisis interno y externo para este sector, que la principal falencia del reciclaje y reutilización de llantas se encuentra en la forma que estas son recolectadas y almacenadas después de su uso. Dando inicio a una recopilación de datos que conllevaran a plantear la cadena de suministro para la logística inversa, mostrando a su vez, los diferentes usos y formas de re-manufactura para las llantas. Exponiendo una perspectiva y enfoque diferente de la logística, como medio para regular y disminuir los desechos de la industria automotriz, dando paso a un nuevo mercado donde sus insumos principales son productos que ya terminaron su ciclo de vida. Se buscara promover el consumo justo y la perdurabilidad no solo del ambiente, sino de todas las

nuevas oportunidades de negocio que esto puede traer consigo. Finalizando con recomendaciones que acojan todo lo planteado en la investigación.

Palabras clave

Logística inversa, medio ambiente, Bogotá, llantas, neumáticos, pos consumo, reciclaje, puntos de recolección, acopio de llantas, normas, transformación, re uso, contaminación, estrategias, caucho, nuevo ciclo.

ABSTRACT

This research seeks from the reverse logistics, show how a product so implemented and rejected by society, can generate a new use, and even the full reintegration of their premiums to the supply chain materials, showing the close relationship between logistics reverse and reuse of-life products. For this current management with tires in Bogota, raising its flow and publicizing the main point of bankruptcy, which is the collection and the different collection sites these will be analyzed. Tires are discarded annually in Bogotá without considering the environmental consequences that this entails, because the open burning of these materials and their improper storage generate high risks to their surroundings and the environment. In addition, improper handling of tires is one of the main reasons that become obsolete soon after use. The manufacturing process of tires is very similar to the process of any product, because in all this has the implementation of its raw materials, manufacturing process, final inspection and result in a finished product, which when sold many companies are spared the disposal of tires. But therein lies a plus for reverse logistics, where this look for ways to give new life cycle this product through recycling and reuse. Through this research, it seeks to capture the main gathering places in Bogota used tire, so that these will be our main points of information for the project, which allows raising and clearly define strategies and qualitative conclusions. Demonstrating through internal and external matrices for this sector analysis that the main shortcoming of recycling and reuse of tires is in the way these are collected and stored after use. Starting a collection of data that will lead to raise the supply chain for reverse logistics, showing in turn the different uses and ways of re-manufacturing for tires. Exposing a perspective and different approach to logistics as a means to regulate and reduce waste in the automotive industry, ushering in a new market where its main inputs are products that have already completed their life cycle. They seek to promote fair consumption and sustainability not only the environment, but of all the new business opportunities this can bring. Ending with recommendations that welcome all points raised in the investigation.

Keywords

Reverse logistics, environment, Bogotá, tires, post-consumer recycling collection points, collecting tires, rules, processing, pollution, strategies, rubber, new cycle.

1. INTRODUCCIÓN

Bogotá como ciudad principal de Colombia, acoge cada año a miles de personas externas a la capital, convirtiéndose así en una de las principales ciudades de acopio de muchas regiones. Siendo a su vez un punto de llegada clave para las personas desplazadas o personas que buscan una oportunidad en la gran capital. Esto conlleva a que día a día “Bogotá produzca más de 4.800 toneladas de basura” (Soto, 2009), por eso es de gran utilidad comenzar a reutilizar productos manufacturados, como las llantas, ya que estos representan una gran amenaza para el medio ambiente bogotano, pues el uso inadecuado, la producción en masa y el consumismo, generan obsolescencia en la mayoría de productos industrializados y su mala disposición determina el impacto que causan actualmente al medio ambiente. Por eso es vital identificar, analizar y dar a conocer los diferentes puntos de recolección de llantas, para que de manera más amigable con el entorno se pueda aportar significativamente a este, pero no basta solo con llevar las llantas a un lugar adecuado de disposición final, es necesario que estos productos vuelvan a integrarse a la cadena productiva, de manera más eficiente pues el material del cual están hechas las llantas brinda la posibilidad de general múltiples usos después de cumplir su ciclo de vida como neumáticos.

Se han publicado diferentes reportes y noticias sobre el estado actual de los depósitos de llantas en la ciudad de Bogotá, evidenciando la realidad de este residuo en la ciudad y como ninguna entidad del gobierno se interesa por reducir la contaminación por las llantas usadas y el incumplimiento de las normas por parte de todos los actores de la cadena de valor de las llantas.

Estos informes indican: “la contaminación por quema de llantas excedió 5 veces el máximo permitido. El aire que respiraron en las últimas semanas los habitantes que viven en Fontibón, donde se incendiaron 600.000 llantas usadas, ha sido quizás el peor de todos los tiempos para esa área. Las concentraciones de partículas contaminantes (hollín y humo) con compuestos de hidrocarburos, rebasaron los límites permisibles para la salud humana, hasta en un 400 por ciento.” (TIEMPO, 2014. Disponible en

<http://www.eltiempo.com/bogota/contaminacion-del-aire-por-quema-de-llantas-en-fontibon-bogota/14816644>).

“Bogotá se encuentra en riesgo ambiental por 1,2 millones de llantas usadas. El sellamiento de tres bodegas en la zona industrial de Fontibón, donde se almacenan peligrosamente 15.00 llantas, evidencia que el riesgo ambiental en que se halla la ciudad por esta causa aún no está superado” (EL TIEMPO, 2015. Disponible en <http://www.eltiempo.com/bogota/contaminacion-por-llantas-usadas-en-fontibon/15099082>).

Las deficiencias en la disposición final de las llantas en los diferentes puntos de recolección, son un punto a favor para la logística inversa en Colombia, específicamente en Bogotá, pues se podrá hacer eficaz el análisis cualitativo y uso de estrategias para la integración correcta de estos productos y la reutilización beneficiosa para el medio ambiente y la sociedad. Concientizando al consumidor final y dando a conocer los puntos necesarios para que el proceso de reutilización sea efectivo.

El Objetivo general de este estudio es realizar un diagnóstico de la situación actual sobre la recolección de llantas usadas en la ciudad de Bogotá que permita plantear diversas alternativas logísticas. Como objetivos específicos se plantean los siguientes:

- Plantear la cadena de logística inversa para llantas, determinando sus ventajas y desventajas.
- Formular estrategias desde la logística para disminuir los impactos ambientales que genera la disposición inadecuada de llantas.
- Demostrar estrategias a través de un análisis de factores internos, externos y una contraposición de los mismos.

Este estudio busca analizar diferentes conceptos teóricos de la logística, como lo es la logística inversa. Demostrando que esta va de la mano con el medio ambiente y como se puede analizar el desarrollo de nuevas alternativas de reciclaje y reutilización a través de diferentes perspectivas, que integran el medio ambiente, el desarrollo, la logística, la logística inversa y

nuevas alternativas. Estos planteamientos buscan dar soluciones para la reutilización de las llantas, como también la perdurabilidad de diferentes empresas, asociaciones y proyectos que buscan mantener y ayudar a la disposición correcta de las mismas. Así lo demuestra la asociación de empresarios de Colombia (ANDI) con su programa de llantas, donde busca brindar el mejor uso para estas. Aunque lamentablemente no se han obtenido los resultados deseados y esto puede ser debido a la baja capacidad adaptiva que ha tenido el proyecto, afectando de manera directa la perdurabilidad del mismo.

Esta investigación está compuesta principalmente por dos secciones, la primera que incluye toda la parte informativa, datos, dar a conocer diferentes estudios y situación actual de los proyectos en la ciudad de Bogotá. Y la segunda que incluye el planteamiento de las alternativas de reutilización mediante la ayuda de gráficos y planteamiento de la cadena logística inversa, comparando a su vez la viabilidad del estudio con otros ya en ejecución como el proyecto Signus en España, que ha alcanzado un gran avance en los últimos años. Finalizando con unas recomendaciones a cerca del proyecto y resaltando la principal falencia encontrada en la reutilización de llantas en Bogotá.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA Y CONCEPTUAL

Dentro de los fundamentos teóricos se tendrá en cuenta la composición de las llantas y su ciclo de vida como neumático dentro del entorno. Adicional a esto se trabaja bajo conceptos de logística inversa, reciclaje y reutilización, buscando que estos tengan una interconexión que ayude a visualizar de manera más factible el tratamiento de llantas o neumáticos al final de su vida útil. A su vez se muestra el avance de la compañía Signus España, y como esta maneja actualmente toda la clasificación de los neumáticos y ayuda a gestionar su proceso operacional y el medio ambiente.

Inicialmente se debe conocer el producto y sus componentes. Las llantas como producto terminado están compuestas de diferentes tipos de materiales y mezclas, puesto que cada uno se fabrica de acuerdo a la función que vayan a tener. Principalmente es de un 70% - 85% de caucho, 10% - 30% de acero y 0% - 5% de materiales de textil aproximadamente, ya que estos porcentajes varían de acuerdo al tipo de llanta (ver figura 1).



Figura 1: porcentaje en peso de los componentes de una llanta
Fuente: proyecto Polcaex

Dentro de estos tipos de llantas se encuentran las llantas para automóviles, autobuses, camionetas, agrícolas, camiones, montacargas, grúas, tractores, bicicletas, aviones, entre muchas

otras. La vida útil de cada una de ellas depende del uso que se les dé, pero básicamente las llantas de vehículos como automóviles, camionetas y buses se encuentran en un promedio de 5 años. Se dice que después de este tiempo las llantas ya deben entrar en una revisión más minuciosa para seguir utilizándolas. (Boletín técnico MICHELLIN, 2012). Lo que mucha gente no sabe es que al finalizar su vida útil muchas de estos materiales se pueden extraer de las llantas y volver a ser implementados para la fabricación de otros elementos; este proceso se conoce como re manufactura o en términos más logísticos en una cadena inversa de procesos.

De esta manera se logra involucrar la logística inversa dentro de un proceso básico de producción, que se denomina como el conjunto de actividades logísticas de recogida, desmontaje y desmembramiento de productos ya usados o sus componentes, así como de materiales de distinto tipo y naturaleza con el objeto de maximizar el aprovechamiento de su valor, en sentido de su uso sostenible y, en último caso, su destrucción (Cabeza, 2012).

La logística inversa presenta seis caminos o flujos que se pueden añadir dentro de un ciclo de producción básico (Cabeza, 2012):

1. reutilización o reventa: los productos pueden tener operaciones de limpieza y mantenimiento, buscando el aprovechamiento en su totalidad.
2. la reparación: un producto ya usado es reparado para ponerlo de nuevo en funcionamiento.
3. la restauración: se le devuelve valor a un producto mediante nuevas tecnologías que permitan ampliar su vida útil.
4. La prefabricación y carnalización: los productos presentan un grado de descomposición medio-alto y ofrecen a las empresas un beneficio significativo. Por otra parte la canibalización, solo permite la recuperación de una parte mínima de los componentes del producto
5. El reciclaje: busca la recuperación del material residual de un producto para reutilizarlo como materia prima en la elaboración de un nuevo, el cual puede alcanzar los niveles de calidad de un producto original mediante el uso de tecnologías cada vez más avanzadas
6. Vertedero e incineración: pone punto final al ciclo de vida de un producto.

Adicional a esto la logística inversa proporciona la disminución de la incertidumbre cuando un producto llega al final de su vida útil, implementa el aprovechamiento de casi todos los materiales, ayuda a enfocarse en nuevos mercados o nuevas empresas, incrementa la confianza con el cliente pues se demuestra que son productos confiables y amigables con el medio ambiente. También mejoran considerablemente la imagen de la empresa ante los consumidores pues las últimas tendencias nos llevan a pensar que la sociedad se fija más en el cuidado del entorno y que los productos fabricados al final de su vida útil puedan ser reutilizados, permitiendo que la logística inversa tenga otro punto a favor: la obtención de información acerca de su producto es decir, saber qué hacer con él al final de su vida útil. (Importance of the Reverse Logistic one in rescue of environment, 2007.)

El reciclaje, el cual será el principal fundamento de esta investigación, permite la reutilización de llantas para la elaboración de nuevos productos o la implementación de sus componentes en otros procesos de manufactura. Actualmente el reciclaje es una tendencia mundial, pues la reutilización de diferentes materiales ya procesados para la fabricación de nuevos productos ha traído consigo la adopción de una cultura del reciclaje. Así lo describe la revista virtual sobre tendencias actuales de reciclaje. El reciclaje es una solución de “fin de tubo”, es decir, primero se causa el problema (el desecho), y luego se gasta una cantidad costosa de materia y energía para resolverlo; además, no está exento de causar más y mayores impactos ambientales. El reciclaje no es preventivo sino curativo, y de allí la necesidad de que sea mirado como lo que es: una herramienta, que necesita de otras más y de contextos específicos para contribuir realmente al desarrollo sostenible (Ortiz, 2011).

Reducir, reutilizar y reciclar deben ser hábitos que todas las empresas implementen para minimizar el impacto de los residuos en el medio ambiente. Pues deben ser las mismas compañías fabricantes, quienes se encarguen de la disposición final de sus productos elaborados, buscando la integración de estos a la cadena o su correcta disposición final. Al reciclar y reutilizar, se pueden reducir significativamente los impactos en los diferente aspectos ambientales.

Por otra parte, Bogotá actualmente cuenta con diferentes puntos de acopio y recolección para llantas usadas, pero estos pueden presentar riesgos, ya que el almacenamiento de los neumáticos se está realizando al aire libre y sin ninguna supervisión, como se ha mencionado anteriormente en diferentes noticias locales. Los problemas más graves que se pueden llegar a presentar son los incendios y la proliferación de fauna nociva. Los incendios pueden impactar directamente sobre el ambiente y la salud pública, ya que un incendio causado por llantas es difícil de detener y controlar. Esto conlleva a producir cantidades altas de humo negro (hidrocarburos no quemados), emisiones nocivas para la atmósfera y la calidad del aire de la ciudad puesto que estos puntos de acopio se encuentran en diferentes zonas. Se han identificado alrededor de 38 compuestos emitidos al aire con un potencial dañino. Estas emisiones contienen contaminantes como monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO²), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles, metales como arsénico, cadmio, níquel, entre otros (Secretaría de medio ambiente, 2010). Adicional a esto se pueden generar contaminantes líquidos y sólidos altamente dañinos para el suelo, agua superficial y subterránea. Por otro lado la proliferación de fauna masiva hace énfasis en el incremento de ciertas especies llegando a convertirse en plaga a causa de condiciones ambientales o artificiales provocadas por el hombre y sus acciones. Esto ocurre en lugares donde se ha alterado ecosistemas y existen pocas condiciones de salud. Las llantas apiladas se convierten en un depósito perfecto para la acumulación de agua procedente de la lluvia, creando un ambiente fértil para la propagación de mosquitos. Siendo estos los causantes de diversas enfermedades como fiebre amarilla y dengue, que pueden llegar a causar la muerte a las personas que se encuentran alrededor de estos depósitos.

Según información recopilada de acuerdo al parque automotor de Bogotá en un estimado de un millón (1'000.000) de vehículos, se obtuvieron los siguientes resultados (ver tabla 1) sobre la generación de llantas usadas por tipo de vehículo y la totalidad del residuo generado. (Cámara de comercio de Bogotá, 2010) El cual permite ver el total de llantas en uso, tanto para los vehículos particulares que equivalen al 91% de los datos, y públicos al 9% restante, los tipos de vehículos a los cuales se les realiza rencauche y un total de las llantas generadas al año específicamente sobre cada tipo de vehículo.

Tabla 1: Generación de llantas usadas por el parque automotor de santa Fe de Bogotá por tipo de vehículo

TIPO DE VEHÍCULO	A	B	C	D	E	F	G
PARTICULAR (91%)	Número de vehículos	Llantas / Vehículo ¹	A x B	IGL ²	A x D	C x 0.03	E - F
			Total llantas en uso		Llantas Generadas al año	Reencauche	Ajuste por Reencauche
Automóvil R-13	637,637	4	2,550,548	1.72	1,096,735		1,096,735
Automóvil R-14	63,063	4	252,252	1.72	108,468		108,468
Camión	18,200	6	109,200	4.50	81,900	31,121	50,779
Camioneta	81,900	4	327,600	2.60	212,940		212,940
Campero	72,800	4	291,200	1.68	122,304		122,304
Motos	36,400	2	72,800	1.32	48,048		48,048
SUB - TOTAL	910,000		3,603,600		1,670,395	31,121	1,639,274
PÚBLICO (9%)	Número	Llantas / Vehículo	Total llantas en uso	IGL	Llantas Generadas al año	Reencauche	Ajuste por Reencauche
Taxi R-13	49,959	4	199,836	4.00	199,836		199,836
Taxi R-14	4,941	4	19,764	4.00	19,764		19,764
Bus	11,700	6	70,200	7.20	84,240	32,011	52,229
Buseta	9,900	4	39,600	4.00	39,600	15,048	24,552
Camioneta	5,400	4	21,600	2.80	15,120		15,120
Campero	3,600	4	14,400	2.00	7,200		7,200
Microbus / Colectivo	4,500	4	18,000	5.20	23,400		23,400
SUB - TOTAL	90,000		383,400		389,160	47,059	342,101
TOTAL	1,000,000		3,987,000		2,059,555	78,180	1,981,375

FUENTE: Unión Temporal OCADE LTDA / SANIPLAN / AMBIENTAL S.A.

Teniendo en cuenta que anualmente el consumo de este producto crece y no se cuenta aún con medidas radicales para el control de estos residuos es de vital importancia conocer la normativa vigente para el manejo correcto de residuos de llantas como se describe a continuación:

- Resolución 1457 de Julio de 2010: Prohíbe a las empresas y particulares el abandono o eliminación incontrolada de llantas usadas, ocupar el Espacio Público, depositarlas en rellenos sanitarios, enterrarlas, acumularlas a cielo abierto o incinerarlas. Y exige la implementación de Sistemas de Recolección Selectiva de las llantas fuera de uso por parte de los Productores e importadores de Llantas en Colombia.
- Ley 1333 de Julio de 2009: Contiene el Procedimiento sancionatorio Ambiental en Colombia, para cualquier persona o empresa que atente contra el medio ambiente, los recursos naturales, el paisaje o la salud humana. Contempla sanciones tales como “multas

diarias hasta por cinco mil (5.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes; cierre temporal o definitivo del establecimiento, edificación o servicio; revocatoria o caducidad de licencia ambiental; orden para restaurar el medio ambiente o los recursos afectados, entre otros”. Estas sanciones serán impuestas por las autoridades ambientales de cada región.

- Ley 1259 de Diciembre de 2008: Aplicación del comparendo ambiental a los infractores de las normas de aseo, limpieza y recolección de escombros. Impone sanciones a las personas y empresas que cometan faltas como: “Disponer residuos sólidos y escombros en sitios de uso público, arrojar basura y escombros a fuentes de aguas y bosques, Realizar quema de basura y/o escombros sin las debidas medidas de seguridad...” Estas sanciones pueden ser impuestas por la Policía Nacional, los Agentes de Tránsito, los Inspectores de Policía y Corregidores de los corregimientos.
- Resolución 1488 de 2003: Requisitos, condiciones y límites máximos permisibles de emisión para la disposición final de llantas usadas en hornos de producción de Clinker de plantas cementeras. Exigiendo un límite de emisión y restricciones de dioxinas al aire, llevando un seguimiento rígido de las emisiones. A su vez se debe llevar un registro de proveedores de llantas, el volumen a eliminar e informes sobre resultados de emisión.

Sin embargo, existen diferentes programas de reutilización de llantas usadas que han surgido en los últimos años y han demostrado ser amigables y viables con el medio ambiente. En España, por ejemplo, se encuentra *SIGNUS - ecovalor*, que por sus siglas significa “sistema integrado de gestión de neumáticos usados”. Se denominada como una entidad sin ánimo de lucro que busca el tratamiento adecuado de neumáticos usados. En su página web www.signus.es muestran todo el proceso de transformación de llantas, ellos inician con una clasificación sobre las llantas, escogiendo cuales de estas sirven para ser recauchutado, o triturados. Sin importar esta clasificación los neumáticos son pesados para llevar una contabilidad de kilos y unidades de todo lo que se gestiona. Implementan un proceso totalmente manual y visual por parte de los colaboradores. Después de clasificarlos se separan por medidas y tamaños de manera que esto permita facilitar el proceso, seguido a esto los neumáticos que van a ser triturados o granulados pasan por procesos mecánicos para

ser convertidos en grano de caucho, primero se trituran y seguido a esto se granulan. De esta manera se separan todos los componentes por medio de separadores magnéticos para retirar el acero que lleva el triturado, dando paso a una serie de aspiraciones para poder extraer el material textil del producto granulado.

Este proyecto cuenta dentro de su cadena de valor con puntos de recolección, las cuales estas ubicadas estratégicamente en toda España, de manera que faciliten las diferentes actividades que se realizan con los neumáticos (ver figura 2). Se encuentran puntos de recolección, instalaciones de transformación e instalaciones de valorización energética. Para el 2014 los productores de neumáticos adheridos a Signus pusieron en el mercado alrededor de 14 millones de neumáticos (14.273.420 cifra exacta). Se recogieron 175.242 toneladas de neumáticos en los diferentes puntos asociados, se realizó la inspección individual para identificar el estado de los neumáticos y se lograron reparar para su reutilización 23.464 toneladas de neumáticos y las otras 151.824 toneladas se destinaron a diferentes usos (ver tabla 2).

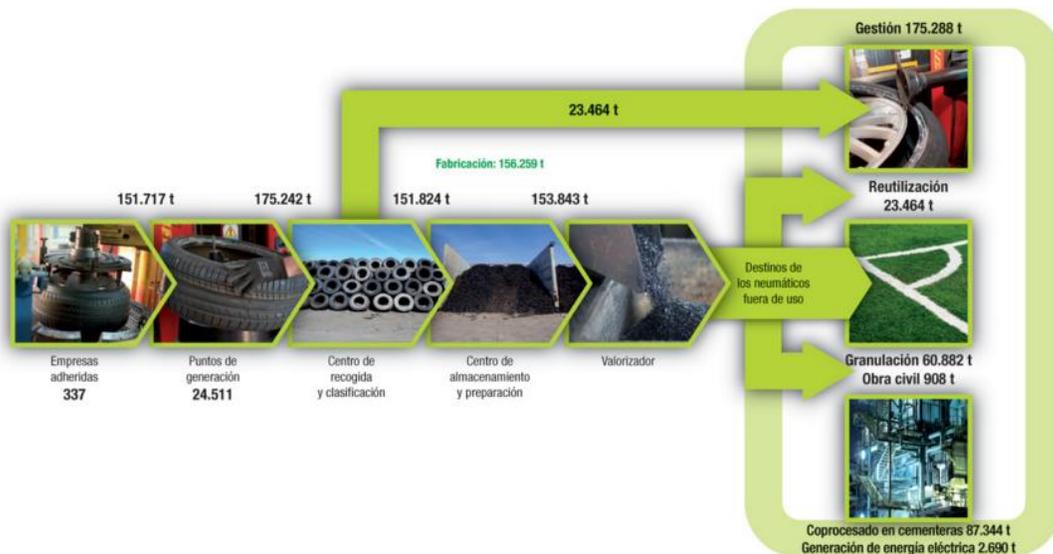


Figura 2: Gestión de neumáticos en España 2014
Fuente: Signus

Tabla 2: Gestión ambiental de neumáticos en España 2014

Resumen Gestión ambiental				
			Toneladas	%
Puesta en el mercado neta ⁽¹⁾			151.717	100,0%
Preparación para la reutilización ⁽²⁾			23.464	15,5%
Valoración material ⁽³⁾	Separación y Granulación (t)	58.282	80.729	53,2%
	Obra Civil (t)	908		
	Reciclado del acero y SiO2 (t)	21.539		
Valoración energética ⁽⁴⁾	Combustible sólido alternativo (t)	44.880	47.570	31,3%
	Generación en energía eléctrica (t)	2.690		

(1) Obligación de gestionar: hasta la cantidad puesta en el mercado de reposición. (art. 4.1 del R.D. 1619/2005).

(2) A la cantidad granulada total, que asciende a 60.882 t, se le han deducido 2.600 t. de textil, cuyo destino no han sido aplicaciones de valorización material.

(3) Se considera reciclado a la fracción inorgánica contenida en los NFU y valorizada en la fabricación de cemento.

(4) La cantidad destinada a fabricación de cemento en el año 2014 ascendió a 87.344 t. Se considera valorización energética el 65,34%.



Fuente: Signus

Existe también en Colombia una planta de reciclaje y aprovechamiento de llantas usadas, ubicada en el valle del cauca (Yumbo) elegida por la ANDI en el 2012 como su principal operador para la recepción y reciclaje de llantas usadas por personas y empresas en el eje cafetero y suroccidente del país. La planta cuenta con un almacenamiento temporal, trituración para la recuperación del caucho y acero, la producción de baldosas con el caucho recuperado y el almacenamiento de los productos terminados como baldosas de caucho, grano de caucho, polvo de caucho y acero para su posterior comercialización. Pertenece a la corporación Corpaul y están comprometidos con la disminución de los riesgos que la mala disposición de las llantas usadas genera en el medio ambiente y la salud humana. (http://www.corpaul.com/index.php?option=com_content&view=article&id=116%3Areciclaje-llantas&catid=14%3Agestion-ambiental&Itemid=33)

3. MARCO METODOLÓGICO

Dentro del marco metodológico se incluye la manera a tratar el tema central de la investigación, y que medios se utilizaran para cumplir los objetivos propuestos. La principal herramienta es el planteamiento de estrategias cualitativas que a partir de otros análisis, proyectos e investigaciones en otros países y el uso que diversas compañías han dado a las llantas, se pueda evaluar cuál debería ser la estrategia que siga Bogotá a partir de los proyectos con que cuenta la ciudad para el tratamiento de llantas usadas.

Este proyecto es una investigación, en la cual se implementara un método cualitativo, que permita describir y dar a conocer las principales falencias en los puntos de acopio de llantas en Bogotá, su disposición final y un nuevo uso para estas. Se logra así, construir un punto de partida para el planteamiento de la cadena de logística inversa, estrategias significativas para el medio ambiente y una nueva oportunidad de negocio sostenible, siendo las llantas utilizadas la materia prima. Estas estrategias responderán a la pregunta: ¿Qué hacer con las llantas usadas en Bogotá? Planteando diversas alternativas de reutilización para estas y analizando los impactos más relevantes para la sociedad, el medio ambiente y la economía.

La propuesta de nuevas formas de manufactura requiere aprobaciones por parte del gobierno, inversión alta y diversos estudios para que estas se cumplan con los parámetros necesarios, se tendrá en cuenta puntos de recolección ya existentes y fabricas reales. Aunque el objetivo principal es llegar a tener la unión de diversas compañías que requieran las llantas como materia prima.

Mediante la implementación de matrices y gráficos, se buscara evaluar, analizar y sintetizar los factores internos y externos que afectan directa e indirectamente el proceso de recolección y recopilación de llantas en la ciudad de Bogotá, logrando demostrar la falencia que se encuentra en este punto del proceso. La implementación de matrices para el análisis interno y externo de este sector, permitirá identificar de manera clara las oportunidades que se tienen

actualmente en el mercado y como poder plantear estas oportunidades desde el punto estratégico para la ciudad y la logística inversa.

Para iniciar se tendrá en cuenta la recopilación de información a través de documentos principalmente de la cámara de comercio de Bogotá y la secretaria del medio ambiente, proyectos ya funcionando como Signus España, artículos publicados en internet, documentos tomados de la biblioteca virtual de la universidad del Rosario y documentos del parque automotor de Bogotá. De allí se extraerá la información más relevante sobre llantas y el uso que se le está dando a estas actualmente, buscando obtener datos reales sobre la situación en Bogotá, demostrando que su principal falencia se encuentra en los centros de acopio. A partir de un análisis DOFA sobre este sector se busca demostrar la viabilidad de reusar e incluir de nuevo a la cadena de suministro un producto ya usado y obsoleto ante la sociedad como son las llantas. Después de obtener estos resultados, se plantearán las diversas alternativas de re-uso para las llantas que pueden ser implementados actualmente en Bogotá, logrando diseñar la cadena de logística inversa para esta nueva materia prima. Demostrando que existen los programas a los cuales Bogotá le debe apostar, ya actualmente estos existen pero son dejados de lado porque no tienen el apoyo suficiente por parte del gobierno y aún más por parte de los ciudadanos. Para concluir se plantearán estrategias que ayuden al medio ambiente, tengan en cuenta principalmente la logística inversa y que a su vez beneficien a la ciudad en todos sus aspectos.

Adicional a esto, existe un planteamiento teórico para el análisis y selección de la estrategia, que según el libro de conceptos de administración estrategia deben darse a través de un modelo de integración de dirección estratégica, el cual al ser finalizado permitirá medir y evaluar las estrategias planteadas (David, 2003). Este se aplica específicamente a empresas que cuentan con una visión y unos competidores dentro de los sectores económicos. La matriz DOFA (ver figura 3), donde se analizan las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, tanto para el sector como la compañía, puede ser implementada para medir y analizar dichos factores de cualquier sector, proyecto y/o situación. Tomando como punto de partida los factores que afectan interna y externamente a la empresa o caso a analizar.



Figura 3: DOFA

Fuente: elaboración propia.

De este modo será la principal herramienta implementada, ya que esta permite realizar una evaluación subjetiva de los datos y da paso para obtener estrategias puntuales. Dentro de las debilidades se analizan las desventajas de la propuesta, la falta de fuerza cooperativa, los aspectos financieros, la presencia y el alcance, el compromiso, los procesos, el tiempo, la competitividad, entre otros aspectos relevantes. Para las fortalezas se debe tener en cuenta las ventajas de la propuesta, las capacidades, las ventajas competitivas, los recursos, el reconocimiento, el precio y el valor agregado. A su vez las oportunidades deben evaluarse desde el desarrollo de mercados, desarrollos tecnológicos, nuevos mercados objetivo, nuevas propuestas, investigaciones, exportaciones e importaciones; contemplando las amenazas se involucran los efectos políticos, legislativos, los efectos ambientales, en resumen los puntos externos al proyecto o investigación que puedan afectar directa o indirectamente.

Para llegar al planteamiento de la matriz DOFA se deberá analizar con anterioridad el proceso que están teniendo las llantas actualmente, y el nuevo rumbo que se le quieren dar con la aplicación de diferentes usos y el impacto que estos tendrán en la ciudad, así se podrán concluir mejor las diferentes estrategias. Planteando la cadena de logística inversa y mostrando sus puntos de falencias actuales, se podrá llegar a la formulación de una nueva cadena logística que permita el correcto re uso de la materia prima, buscando la formulación de estrategias viables para el proyecto y el entorno.

4. ANÁLISIS Y RESULTADOS

Para iniciar se mostraran los principales componentes de los neumáticos y los diversos usos que estos pueden tener después de culminar su vida útil e implementar sistemas de re-uso y reutilización. Adicional a esto se analizaran las falencias de los diferentes puntos de recolección de llantas y por qué este proyecto en Bogotá no ha tenido mayor relevancia, planteando la cadena de logística actual y dando a conocer las principales amenazas de este. Para así, después de poner un punto de comparación con la empresa Signus en España se logre visualizar de manera más clara los diferentes errores y falencias actuales, dando paso a la construcción de una nueva cadena de logística inversa que involucre todos los factores relevantes y de paso a la construcción de la matriz DOFA y seguido a esto las principales estrategias.

A partir de los componentes y el tratamiento que se les dé a los neumáticos fuera de uso se obtendrá: polvo de caucho, fibra textil, acero y otros componentes químicos. Cada uno de estos puede ser implementado en nuevas funciones y para la elaboración de diversos elementos. (Ver figura 4).

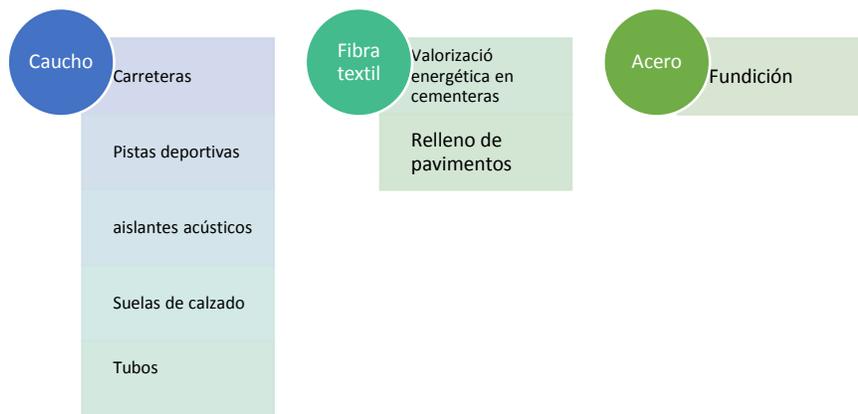


Figura 4: alternativas de los componentes de los neumáticos
Fuente: Elaboración propia.

Bogotá actualmente cuenta con más de 90 puntos de acopio y recolección de llantas usadas aprobada por la ANDI (Ver Anexo), pero estos puntos de recolección aun no cumplen

con los requerimientos necesarios para tratar los neumáticos y está ocasionando mayor contaminación en la ciudad y sus alrededores. En el 2010 solo una empresa, de once, cumple con lo acordado. Es decir que estas compañías están apilando las llantas en sitios descubiertos, no disponen de medidas de seguridad frente a incendios y a su vez no cuentan con material alusivo al sistema de recolección selectiva. Siendo estos los principales factores para identificar un punto de recolección no autorizado o que no está cumpliendo con las normas establecidas. Los criterios básicos para tener un correcto acopio de llantas son:

- Lugar con buena ventilación, secos, con una temperatura templada, evitando la luz directa del sol y alejadas de la intemperie con el fin de evitar su deterioro prematuro.
- Alejadas de cualquier sustancia química, disolvente o hidrocarburo susceptible de alterar el caucho.
- Lejos de cualquier objeto que pudiera penetrar en el caucho (puntas o salientes de metal, madera, etc.).
- Evitar el apilamiento excesivo, ya que puede deformar las llantas que están en la base.
- Si se almacenan fuera de bodega, es recomendable poner las llantas sobre estibas para evitar el contacto con la humedad; así mismo se recomienda cubrirlas con un material impermeable.

La figura 5 muestra el mal manejo de la disposición final de llantas en Bogotá, pues se encuentran a la intemperie sin ningún tipo de control. Por el contrario la figura 6 muestra cómo debe ser su correcto acopio.



Figura 5: mal acopio de llantas

Fuente: elaboración propia.



Figura 6: *correcto acopio de llantas*
Fuente: elaboración propia.

Actualmente en Colombia las llantas no son consideradas como un residuo peligroso, por ende las autoridades responsables de llevar un seguimiento con estos productos no son muy rigurosos en sus inspecciones u obligaciones. Y esto se ve reflejado en el proyecto de *ecopunto – llantas* en el cual la ANDI autorizo los 92 puntos de recolección pero el proyecto de pos consumo no ha representado importancia sobre la población de la capital, debido a las falencias que presenta el mismo. Entre ellas encontramos la falta de información y conocimiento por parte de la población y los consumidores de este producto, la falta de compromiso por parte de las empresas involucradas; pues estas deben tener un seguimiento sobre sus productos al finalizar el ciclo de vida y tienen responsabilidad sobre su disposición final.

El proceso actual de logística inversa (ver figura 7) para llantas usadas implica las siguientes etapas que evidencia las diferentes falencias que se tienen en la ciudad:

1. Recolección y acopio de llantas usadas: los puntos de recolección no cuentan con los requerimientos necesarios
2. Clasificación de llantas: las llantas no son clasificadas correctamente, es decir no son separadas en tipo de llantas, ni se inspecciona si estas pueden ser rencauchadas.
3. Nueva materia prima: no aplica, pues actualmente en Bogotá no existen empresas constituidas legalmente para darle el correcto uso a las llantas.
4. Transformación: no aplica.
5. Producto terminado: no aplica.

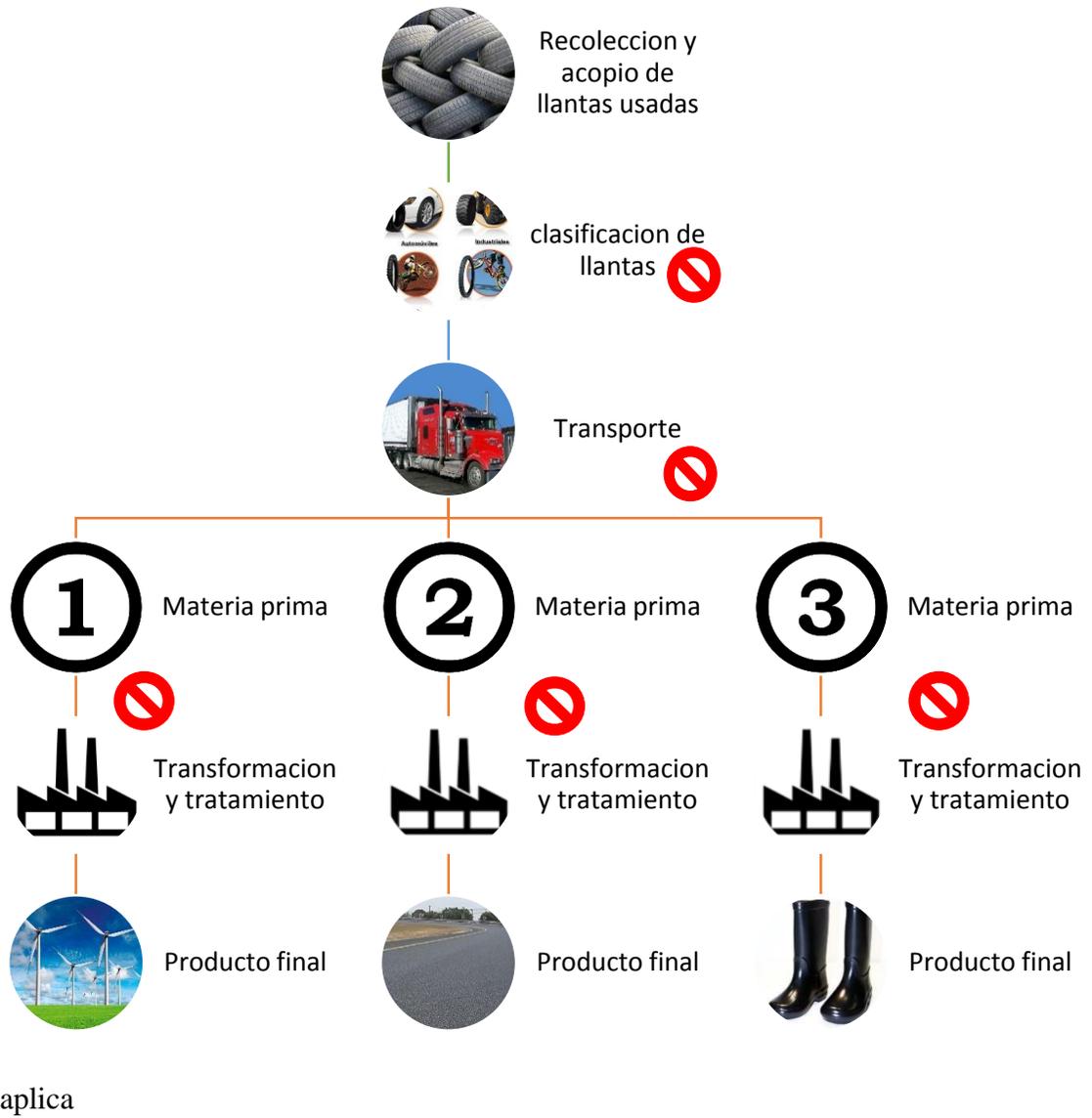


Figura 7: Proceso actual de neumáticos en Bogotá
Fuente: Elaboración Propia

En contraste, el proceso actual de logística inversa que realiza Signus (ver figura 8) es el siguiente donde se evidencia:

1. Recolección y acopio de llantas usadas: Signus retira de forma gratuita las llantas de los diferentes talleres autorizados.

implementados por Signus y otros a la cadena logística de reutilización que se está teniendo actualmente. Es decir esta será la propuesta que traerá consigo diversas mejoras tanto para la capital como para las empresas asociadas que buscan mejorar todo el proceso ya mencionado anteriormente.

A continuación se presenta una propuesta del esquema de reciclaje (ver figura 9) que se podría aplicar en Bogotá:

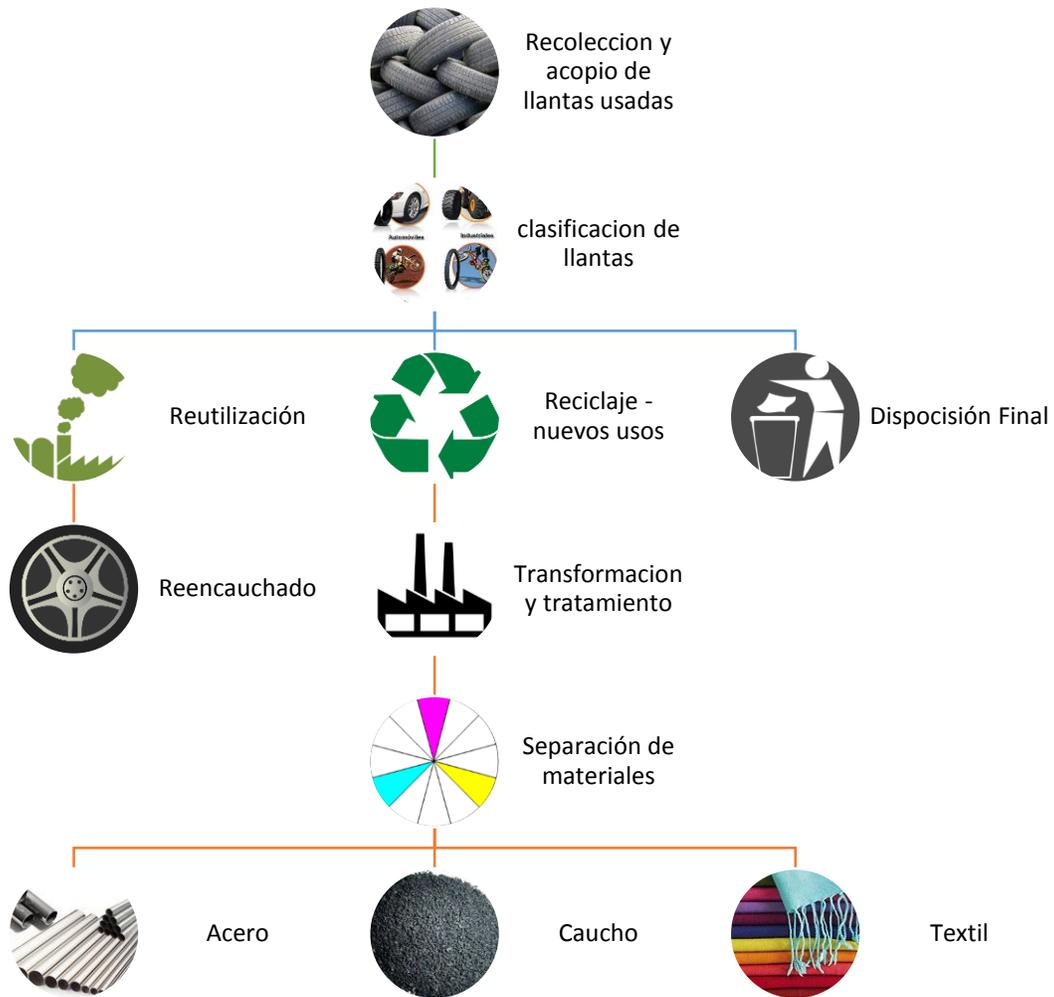


Figura 9: Propuesta cadena de re uso

Fuente: elaboración propia

- 1. Recolección y acopio de llantas usadas:** los 92 puntos actuales en Bogotá cuentan con las especificaciones necesarias de seguridad frente a incendios, almacenamiento de forma adecuada y en sitios cubiertos, y documentación que haga alusión a los sistemas y sus responsables. Este punto es vital pues de él depende la optimización de todo el planteamiento. (Ver anexo)

El almacenamiento de llantas en cada centro de acopio será de acuerdo al número de llantas que se reciban mensualmente, así mismo se adecuarán los diferentes puntos de acopio para obtener una mayor rentabilidad dentro del proceso. Se manejarán diferentes tipos de almacenamiento:

- almacenamiento cerrado: para aquellos puntos que manejen menos de 10.000 llantas en el inventario fijo, y deben contar con una inspección rigurosa cada 15 días. Los sitios cerrados pueden ser:
 - ✓ contenedores: implementados cuando la cantidad de llantas recibidas mensualmente es menor a 500 unidades completas o 2.000 piezas cortadas en tres partes. Se recomienda usar contenedores cerrados ya que cuentan con su propio sistema de ventilación, las llantas no estarán expuestas a la intemperie, malezas o plagas, el contenedor es móvil y cuando este se llena puede ser remplazado por uno vacío, se reduce el riesgo por incendio, los accesos están controlados y se puede reducir totalmente el riesgo de generación de vectores y fauna nociva.
 - ✓ Bodegas: varía la cantidad de llantas, puesto depende del área que se tenga para su almacenamiento. Para tener estos productos en bodega se requiere que sea un lugar seco, cuente con la temperatura adecuada, mantener lejos cualquier objeto que pudiera penetrar en el caucho, evitar el apilamiento excesivo para prevenir el desplome accidental, implementar estibas para evitar el contacto con el suelo y evitar la humedad, almacenarlas lejos de

fuentes de calor y equipos que pueden provocar chispas o descargas eléctricas.

- Almacenamiento abierto: para aquellos puntos que manejen más de 10.000 llantas en inventario. Se debe tener en cuenta la capacidad instalada de cada punto, la correcta acomodación de llantas (ver figura 8), para así evitar incendios, desplomes o alguna otra falencia.

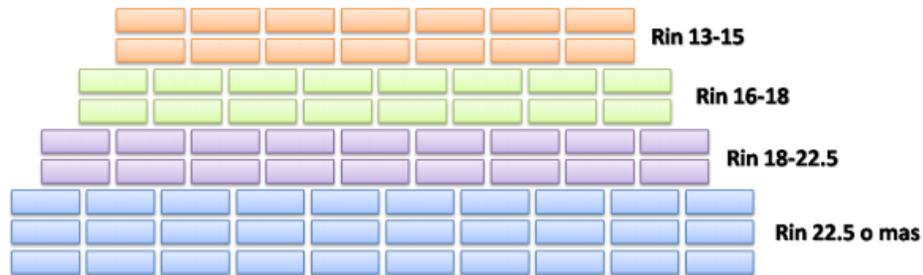


Figura 10: acomodación de llantas.

- 2. Clasificación de llantas:** cada punto de recolección contará con un proceso de inspección que a su vez permitirá la clasificación de las llantas ya sea reutilización, reciclaje o darle una correcta disposición final. Este proceso se deberá hacer en los puntos de acopio de manera que se eviten costos innecesarios dentro de la cadena, realizándose de manera manual una primera inspección que permitirá separar los neumáticos reutilizables de los que no lo son. Estos deberán ser llevados a las diferentes empresas encargadas del procesamiento, reencauchado y transformación de los materiales; empresas y corporaciones con las cuales se deberá realizar un previo acuerdo.
- 3. Nueva materia prima:** se contará con empresas aliadas, que quieran generar valor agregado a su cadena y busquen disminuir los costos de materias primas. Los neumáticos que sean considerados aptos para reciclaje harán parte de este proceso. Estas empresas aliadas deben estar ubicadas estratégicamente, pertenecer a la ANDI y contar con la maquinaria adecuada para tratar las llantas. Empresas como:
 - Reciclair, la cual proporciona un servicio eficaz de reciclaje de llantas, para brindar al país y sus habitantes un medio ambiente más saludable y seguro, de esta

manera reducen el impacto ambiental causado por los tóxicos que se expulsan al aire por la quema de llantas, generando una cultura de reciclaje y aprovechando el desecho de las llantas para ser transformado en materias primas utilizadas en diferentes aplicaciones en el mercado. (<http://www.recicclair.com/>)

- **Renoboy:** Es una empresa que cuenta con una red de distribución a nivel nacional, tiene 7 plantas de reencauche ubicadas en Bogotá, Duitama, Bucaramanga, Ibagué, Cali, Medellín y Barranquilla, que la convierten en la única empresa de reencauche con esta cobertura nacional.

4. Transformación: una inversión por parte del gobierno para fomenta la apertura de una planta transformadora de neumáticos en sus diversos componentes (caucho, acero y textil), o la vinculación con empresas que ya cuenten con este proceso pero que aún no tiene el capital suficiente para la inversión en maquinaria y alta tecnología para tratar las mismas.

5. Producto terminado: compañías públicas o privadas que puedan implementar los diferentes materiales extraídos en la fabricación de nuevos productos.

Está propuesta apoyada principalmente por una cadena de producción normal, en donde el producto sea fabricado nacionalmente o se exporte de otros países. Pero siempre teniendo en cuenta los puntos básicos de procesamiento y transformación de los materiales, respetando el flujo de información y dinero a lo largo de toda la cadena; ya sea directa o inversa. En la figura 9 se ilustra cómo sería el proceso directo e inverso de la fabricación y reutilización de llantas, explicado de manera básica.

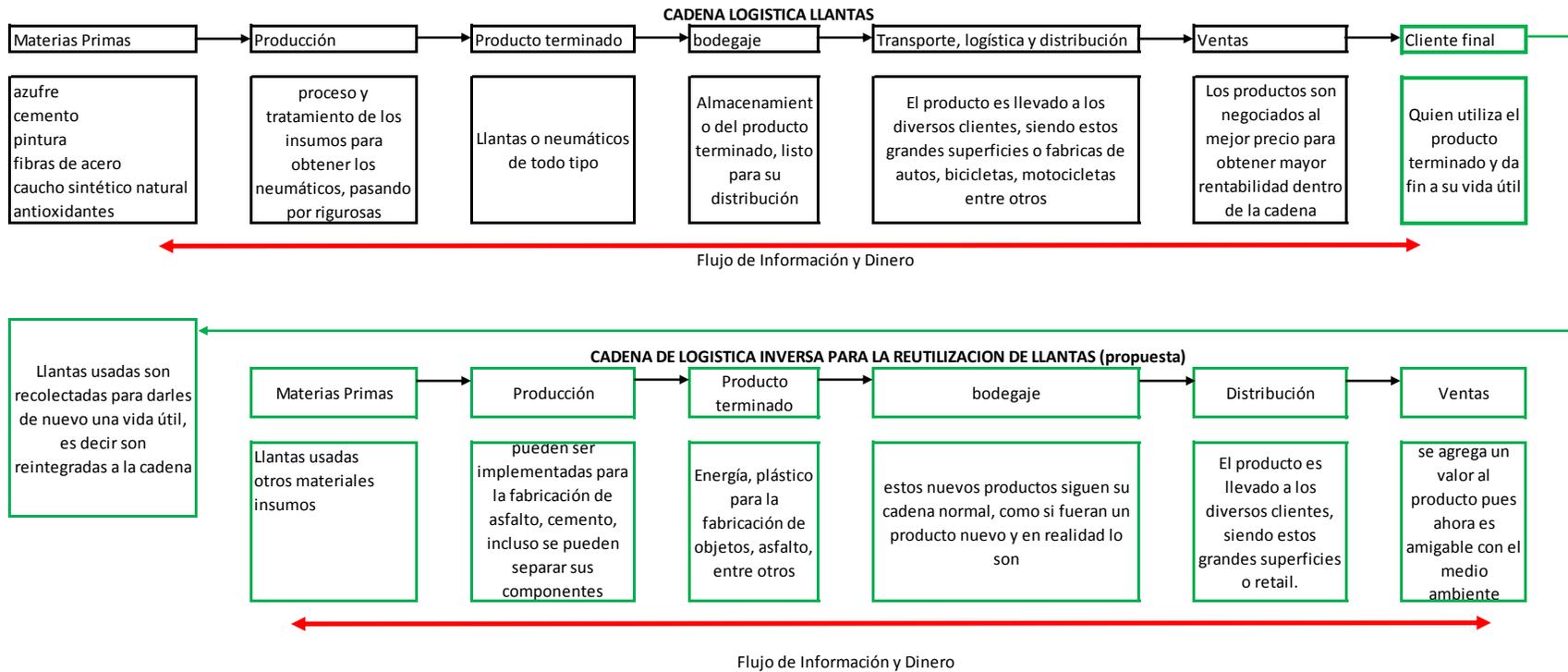


Figura 11: Cadena logística para la reutilización de llantas
 Fuente: Elaboración Propia

Si se logra implementar lo anterior en Bogotá, e involucrar al resto del país se obtendrá una cadena sustentable que ayudara no solamente al reusó de materiales sino a la correcta disposición de los mismos y a que día a día se mejoren estas prácticas y no se realicen únicamente con neumáticos sino con muchos otros materiales que actualmente generan volumen y contaminación en el mundo.

Por consiguiente esto nos permite analizar de manera más clara las diferentes oportunidades, fortalezas, debilidades y amenazas que puede llegar a presentar este nuevo planteamiento del proyecto. Por ende se analizan los factores mencionados anteriormente

Debilidades (internas):

- Alta inversión para el gobierno, pues requiere estudios más profundos y proyectos que dentro de sus alcances este la proyección de las ganancias o pérdidas.
- Falta de personal capacitado en el país.
- Falta de conocimiento por parte del ciudadano
- Falta de apoyo publicitario para dar a conocer la metodología de reutilización.
- Falta de presión para que se cumpla con los parámetros de reciclaje y reutilización.

Oportunidades (externas):

- Creación de nuevos mercados, dando oportunidad a las pequeñas empresas y a los que quieren hacer empresa de manera sustentable.
- Valor agregado a los productos terminados, pues estos contarán con la certificación de que tienen materias primas reutilizables.
- Inversión extranjera, pues existen diversas compañías con el capital de inversión y el conocimiento apto para manejar la disposición final de las llantas.
- Mejor calidad de vida para las personas que rodean los parques automotrices.
- Proyectos del gobierno en los cuales se puede implementar los materiales extraídos de las llantas como las carreteras de cuarta generación del país.

Fortalezas (internas):

- Ya está planteado el proyecto y en proceso de ejecución por parte de la ANDI
- Ya se cuenta con una planta en Colombia de procesamiento de llantas y varias de reencauchado.
- Mejora la calidad de vida.
- Disminuye la contaminación causada anualmente por las llantas.
- Correcta recopilación de llantas, evita problemas secundarios como incendios o uso inadecuado.

Amenazas (externas)

- Poca preocupación del gobierno, puesto que las llantas no son consideradas un desecho peligroso.
- Compra de llantas usadas a bajo precio, tratadas y re manufacturas y vendidas en otros mercados por arriba del precio promedio.

Sintetizando lo anterior, se busca tener un ciclo infinito, donde un producto que puede llegar a ser altamente peligroso si no se le da una disposición final correcta, pueda llegar a ser de nuevo útil para la sociedad. Esto no solamente beneficia a las grandes empresas fabricantes de neumático, sino también ayuda a que en países como Colombia donde no se cuenta con una planta propia a quien devolver esos neumáticos, a buscar una segunda vida para ellos, llevados y utilizados de la mejor manera. Ambientalmente en Bogotá se lograría disminuir la quema de dichos productos, reduciendo el riesgo de enfermedades y posibles efectos sobre las poblaciones aledañas donde se realiza este acto de contaminación.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Cada una de las alternativas expuestas requiere la aprobación de diversas leyes que deberá diseñar y aplicar el gobierno para que estos nuevos usos se puedan llevar a cabo. Se recomienda:

- Gestionar leyes que promuevan la integración de diversas compañías para realizar un correcto plan de pos consumo en donde las obligaciones no solamente sean de las empresas encargadas sino también el consumidor juegue un rol importante.
- Resoluciones complementarias para el montaje de los programas que evidencie el avance y debido cumplimiento de la anterior legislación, puesto que en la resolución 1457 de 2010 se dice que para el 2012 se debió haber realizado la correcta gestión de mínimo el 20% de las llantas usadas, pero no se cuenta con información que valide esto.
- Aumentar la vigilancia y el control por parte de la secretaria ambiental y demás encargados de los diferentes planes pos consumo.
- Establecer parámetros más puntuales frente a las diversas sanciones por contaminación y mal manejo de residuos sólidos y que estos lleguen a los diferentes involucrados por medio de correos electrónicos o noticias donde se establezca un plazo para que todos se adecuen a las nuevas normas. Incentivar el uso de los materiales extraídos de las llantas en proyectos vigentes del gobierno. Un aporte significativo sería que dentro del proyecto 4G (cuarta generación de concesiones viales de Colombia) se incluya un porcentaje de gano de caucho reciclado dentro del asfalto. De manera que las firmas que cuentan con estos contratos de vías por ley deban incentivar el uso de materiales reciclados y a su vez aumenten la demanda de dichos productos.

Para finalizar, el planteamiento de este proyecto se hizo de manera cualitativa y suponiendo el apoyo por parte del gobierno, pero a su vez es necesario una investigación más profunda en donde se toquen temas financieros, económicos y sociales sobre la viabilidad del mismo. Se deduce entonces que Bogotá actualmente cuenta con los puntos de recolección pero estos no tienen los requerimientos necesarios para tratar y dar un nuevo uso a los neumáticos. Es aquí en donde el proyecto se torna de manera viable, pues cuenta con puntos a favor para el seguimiento del mismo; este ayudara a generar valor agregado sobre el producto, motivara a los

pequeños empresarios a invertir en él, generar nuevos mercados, ayudara a la comunidad a disminuir la contaminación y podrá llegar a ser un excelente plan de acción para el ministerio de medio ambiente en el país.

Otras recomendaciones y conclusiones del proyecto:

- ❖ El mal funcionamiento de un solo proceso como lo es el acopio, puede llegar a causar grandes implicaciones dentro de todo el proceso de transformación. Puesto que desde el inicio no se tiene un correcto manejo de los materiales atrasando el resto de la cadena.
- ❖ Incentivar la reutilización de productos como los neumáticos ya que estos pueden ser involucrados de nuevo en la cadena para rencauchado o separando sus componentes de manera que sirvan para otros usos dentro del territorio nacional.
- ❖ Colombia y principalmente Bogotá cuentan con retrasos notorios en los diferentes proyectos ambientales, es por ello que se deben tomar acciones de mejor e incentivar por medio del gobierno a la población para que sea desde pequeñas acciones el cambio.
- ❖ Promover la reutilización de neumáticos de manera que se logre vincular diversas empresas para el aprovechamiento oportuno de todos sus componentes.
- ❖ Promover la construcción de instalaciones adecuadas para el manejo de llantas que cumplan con todos los parámetros establecidos.
- ❖ No centrar el trabajo de reutilización a una sola compañía, sino vincular pequeñas empresas y socios que quieran invertir y participar en el proyecto.
- ❖ Capacitar personal de manera que este sea vinculado por medio directo del gobierno, garantizando sus conocimientos sobre el tema.
- ❖ Promover no solo una forma de re uso para los neumáticos sino contar con varias maneras de integrar sus componentes de nuevo a la cadena

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Boada, A. (2003). El reciclaje, una herramienta no un concepto.

Carmen Elisa Chaves Soto “Se agrava el problema de basuras en Colombia”, disponible en <http://www.periodicoelpulso.com.co/html/mayo01/observa/observa2.htm>

Cámara de comercio de Bogotá (2006) *Guía para el manejo de llantas usadas. Un sector de transporte con operación más limpia*, editorial Kimpres Ltda.

Cabeza, D. (2012). *Logística inversa en la gestión de la cadena de suministro*. Marge Books: Barcelona.

Corpaul

(http://www.corpaul.com/index.php?option=com_content&view=article&id=116%3Areciclaje-llantas&catid=14%3Agestion-ambiental&Itemid=33).

David, F. R. (2003). *Administración estratégica*. Pearson.

Diccionario de la real academia de España

Ecopunto.com está constituido por unos programas colectivos diseñados para gestionar los productos que al final de su vida útil desechan los consumidores (<http://www.ecopunto.com.co/>).

Sistema integrado de gestión de neumáticos usados SIGNUS (<http://www.signus.es/>)

El tiempo (2014, 11 de noviembre) “Contaminación por quema de llantas excedió 5 veces el máximo permitido”, disponible en <http://www.eltiempo.com/bogota/contaminacion-del-aire-por-quema-de-llantas-en-fontibon-bogota/14816644>

El tiempo (2015, 15 de enero) “Bogotá sigue en riesgo ambiental por 1,2 millones de llantas usadas”, disponible en <http://www.eltiempo.com/bogota/contaminacion-por-llantas-usadas-en-fontibon/15099082>

El tiempo (2010, 11 de septiembre) “SOLO UNA EMPRESA CUMPLE LO ACORDADO La campaña Pos consumo de llanta no sería efectiva”, disponible en <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-4137130>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible de la Republica de Colombia (<https://www.minambiente.gov.co/>).