

Análisis de los Métodos Implementados en la Chatarrización Vehicular para el Tratamiento de  
Residuos

Jorge Andrés Becerra Marín, Stephany Meliza Reinel Gamboa

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Civil

Director:

Miller Salas

Ph.D. en Gestión del Territorio e Infraestructuras del Transporte

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Fisicomecánica

Escuela de Ingeniería Civil

Bucaramanga

2022

**Contenido**

	<b>Pág.</b>
Introducción .....	8
2. Planteamiento y Justificación del Problema .....	9
3. Objetivos .....	10
3.1. Objetivo General .....	10
3.2. Objetivos Específicos.....	10
4. Alcances – Resultados Esperados .....	11
5. Metodología .....	11
6. Marco Conceptual .....	12
6.1. Vehículo.....	13
6.2. Chatarrización .....	13
6.3. Aprovechamiento de Residuos .....	13
6.4. Tratamiento de Desechos .....	13
7. Marco Teórico.....	14
8. Estudio de Casos .....	21
8.1 Método de Chatarrización Implementado en la Unión Europea.....	21
8.2. Método de Chatarrización Implementado en Japón.....	22
8.3. Implementación en Colombia .....	22
9. Problemática Bucaramanga .....	23
10. Diagnóstico .....	24

CHATARRIZACIÓN VEHICULAR PARA EL TRATAMIENTO DE RESIDUOS	3
10.1. Señalización, Demarcación y Delimitación de las Zonas de Trabajo.....	24
10.2. Residuo de Fragmentación.....	25
10.3. Unidades de Acopio – Almacenamiento de Chatarra, Metales no Ferrosos, Neumáticos Fuera de Uso y Polvillo de Acería .....	25
11. Revisión del Proceso de Chatarrización de los Vehículos Fuera de Uso .....	26
12. Desarrollo de Objetivos .....	27
12.1. Comparación de Resultados de las Emisiones de CO <sub>2</sub> de Aquellos Vehículos que se Encuentran en Circulación.....	28
12.2. Evaluación de los Métodos para el Tratamiento de Desechos que se Utilizan en Colombia Actualmente en Comparación con Otros Países. ....	29
12.3. Descripción de un Método para el Tratamiento de Residuos que Permita el Aumento del Porcentaje de Vehículos Reciclados en el País.....	31
13. Conclusiones.....	32
14. Recomendaciones .....	34
Referencias Bibliografía .....	35

**Lista de Figuras**

**Pág.**

Figura 1. *Mapa bibliométrico de palabras clave generado con el software VOSviewer* ..... 14

**Lista de Apéndices**

	<b>Pág.</b>
Apéndice A. Sistema de manejo de vehículos fuera de uso dentro de la Unión Europea .....	37
Apéndice B. Sistema de manejo de vehículos fuera de uso en Japón.....	38
Apéndice C. Composición física de los subproductos de residuos de los vehículos fuera de uso de servicio público .....	39

## Resumen

**Título:** Análisis de los Métodos Implementados en la Chatarrización Vehicular para el Tratamiento de Residuos\*

**Autores:** Jorge Andrés Becerra Marín, Stephany Meliza Reinel Gamboa\*\*

**Palabras clave:** Vehículo, Chatarrización, Residuos, sostenibilidad.

### Descripción

La industria automotriz hace parte fundamental del desarrollo económico del país y de la integración social. La industria automotriz ha ido incrementando con el paso de los años, y lamentablemente son una de las mayores fuentes de dióxido de carbono, sin embargo, esta problemática no es la única que ha ido incrementando con los años, sino que también ha estado la del incremento de vehículos en uso y la finalización de su vida útil, en razón de esto, hay muchos vehículos tanto públicos como particulares que requieren el proceso de chatarrización, sin embargo, el desconocimiento en cuanto a los procedimientos de esta necesidad ahondan el país.

Por ejemplo, en la disminución del impacto medio ambiental, al reutilizar los materiales como acero y plástico, empleándolos para otros usos distintos de tal manera en que aporten a la economía del país, pero que, a su vez, dejen de ser grandes contaminantes y pasen a ser útiles para la sociedad.

Respecto del cómo sería el proceso de eliminación de los residuos peligrosos y aquellos materiales que no se pueden aprovechar, puede ser el uso de incineración a altas temperaturas, con la tecnología actual ha desarrollado unidades incineradoras más efectivas que limitan la cantidad de emisiones liberadas en el cielo, para no crear un daño al medio ambiente, para proceder con estas técnicas es importante tener una licencia ambiental, ya que con esta pueden disponer de ellos de manera correcta sin crear daños a la capa de ozono.

---

\* Trabajo de Grado

\*\* Facultad de Fisicomecánica. Escuela de Ingeniería Civil. Director: Miller Salas, Ph.D. en Gestión del Territorio e Infraestructuras del Transporte

**Abstract**

**Title:** Analysis of the Methods Implemented in Vehicle Scrapping for Waste Treatment\*

**Authors:** Jorge Andrés Becerra Marín, Stephany Meliza Reinel Gamboa\*\*

**Keywords:** Vehicle, Scrap, Waste

**Description**

The automotive industry is a fundamental part of the country's economic development and social integration. The automotive industry has been increasing over the years, and unfortunately they are one of the largest sources of carbon dioxide, however, this problem is not the only one that has been increasing over the years, but it has also been that of the increase in vehicles in use and the end of their useful life, due to this, there are many vehicles, both public and private, that require the scrapping process, however, ignorance regarding the procedures for this need deepens the country.

For example, in the reduction of the environmental impact, by reusing materials such as steel and plastic, using them for other different uses in such a way that they contribute to the country's economy, but that, in turn, stop being great polluters and become useful to society.

Regarding how the process of eliminating hazardous waste and those materials that cannot be used would be, it could be the use of incineration at high temperatures, with current technology it has developed more effective incinerator units that limit the amount of emissions released in the heaven, in order not to create damage to the environment, to proceed with these techniques it is important to have an environmental license, since with this they can dispose of them correctly without creating damage to the ozone layer.

---

\* Degree work

\*\* Faculty of Physical Mechanics. School of Civil Engineering. Director: Miller Salas, Ph.D. in Land Management and Transport Infrastructure

## Introducción

Actualmente en el país la industria automotriz es parte fundamental para el desarrollo económico y la integración social, sobre todo en lo que respecta al servicio de transporte público. El auge de este sector es tanto que la demanda de movilidad ha incrementado bastante. De igual manera, esta industria es de gran relevancia gracias a la baja calidad de los servicios de transporte, ya que estos no dan respuesta a las necesidades de la comunidad, que a diario van acrecentando.

Esta problemática genera grandes preocupaciones no solo a escala ambiental, ya que la utilización de los vehículos amplifica el costo del daño que se causa, debido a que estos son fuentes emisoras de dióxido de carbono. Sino que también, hay otra problemática que ha ido aumentando en gran escala, y es cuando el vehículo termina su vida útil, ya que hay un desconocimiento en cuanto a la organización y gestión de los vehículos fuera de uso.

Se debe tener en cuenta entonces que con la ampliación de la demanda de vehículos, de manera casi que proporcional, se presenta el incremento de aquellos vehículos que salen de circulación, y el manejo de estos vehículos para su desintegración física y chatarrización, no hay opción viable, teniendo en cuenta que los vehículos se componen de distintos metales ferrosos y varios materiales que aún no hay una gestión definida o estandarizada, razón por la que los residuos resultantes intensifican la contaminación y carecen de potencial de aprovechamiento.

A nivel nacional no se tiene definido ni estructurado grupos siderúrgicos, distinto a Bogotá, quienes, por ejemplo, tienen grupos como lo son DIACO S.A. y Siderúrgica Nacional (Sidenal S.A.), estas dos organizaciones son las únicas que tienen permisos para dar lugar a la práctica del procedimiento de la desintegración física de los vehículos de transporte público y privado, aun



dejando de lado el transporte especial, a nivel del distrito capital. Sin embargo, en otras ciudades no se tienen agremiaciones de esa naturaleza.

## **2. Planteamiento y Justificación del Problema**

Con el paso del tiempo los automóviles se han convertido en parte fundamental de nuestras vidas nos permiten desplazarnos a puntos distantes en un lapso menor y de manera comfortable. Esto ha ocasionado un crecimiento acelerado de la cantidad vehicular especialmente en las ciudades con mayor población.

Por lo anterior, varios países han creado normativas para controlar la movilidad de vehículos que superan su vida útil. En el caso de Colombia también se han creado programas y leyes de chatarrización, pero lamentablemente la sociedad civil no tiene conocimiento de estas, las cuales traen beneficios para los mismos.

Con este trabajo se plantearán propuestas para cambiar esto y poder avanzar en este aspecto, tomando como referencia los programas de chatarrización planteados en distintos países con planes eficientes e innovadores apoyados de políticas y normativas.

Lo que se busca para Colombia y específicamente en Bucaramanga es un mayor aprovechamiento de estos residuos lo cual traería beneficios ambientales ya que se eliminarían correctamente los residuos peligrosos, residuos reutilizables como el acero, plástico y otros materiales que son desperdiciados con los métodos que actualmente se están implementando en el país.

Debido a ello, la pregunta problema es: ¿Son los métodos actuales de chatarrización y tratamiento de desechos producidos al final de la vida útil para vehículos efectivos en la ciudad de Bucaramanga?

### **3. Objetivos**

Los objetivos a tratar en el siguiente artículo son:

#### **3.1. Objetivo General**

Analizar los métodos actuales de chatarrización y tratamiento de desechos producidos al final de la vida útil de los vehículos.

#### **3.2. Objetivos Específicos**

Comparar los resultados de las emisiones de CO<sub>2</sub> principal causante del calentamiento global, emitidas en los vehículos en circulación con las leyes establecidas a favor de la chatarrización.

Evaluar los métodos para el tratamiento de desechos que se utilizan en Colombia en la actualidad, como los utilizados en otros países.

Describir un método para el tratamiento de residuos, que logre aumentar el porcentaje del vehículo reciclado en Colombia.

#### **4. Alcances – Resultados Esperados**

Los países objeto de estudio son Japón, China, Polonia, Suecia, Estados Unidos pioneros en chatarrización vehicular con el fin de implementar dichos conocimientos en la ciudad de Bucaramanga.

El análisis se realizará a partir de la revisión de artículos científicos enfocados en la chatarrización vehicular, sostenibilidad ambiental a partir de la chatarrización, gestión de subproductos de desechos vehiculares.

Se tendrá en cuenta los factores ambientales producidos por la chatarrización vehicular

A partir de un análisis y evaluación de las diferentes metodologías existentes se recomendará el método de chatarrización vehicular apropiado para la ciudad de Bucaramanga buscando el objetivo final que es el máximo aprovechamiento de los residuos para llegar a una mejora ambiental dentro del proceso de chatarrización de vehículos.

#### **5. Metodología**

La presente investigación se desarrolla utilizando un enfoque mixto, es decir cualitativo-cuantitativo. Tiene en cuenta los elementos encontrados sobre chatarrización vehicular, hace uso de la base de datos de la biblioteca virtual UIS. Se basa en el objetivo general, los criterios de selección de los artículos científicos como: estar enfocados en la chatarrización vehicular en el sector ambiental, tener resultados positivos en los países donde se implementaron dichos métodos.

Así mismo, también se empleó el uso de herramientas analíticas de resultados de búsqueda ofrecidas por la base de datos SCOPUS y la visualización de redes bibliométricas del software

VOSviewer, el cual permite crear un mapa mental que conecta las palabras clave más utilizadas en los distintos artículos que se tomaron como base para la creación del presente trabajo.

*Fase 1. Recopilación de datos y procesos utilizados en la ciudad de Bucaramanga*

En esta fase, se recopiló la información necesaria; se consultó el manejo de residuos y el proceso de chatarrización de vehículos en abandono utilizado en la ciudad de Bucaramanga, se investigó con la dirección de tránsito de Bucaramanga y la empresa encargada de chatarrizar los vehículos en la ciudad, DIACO.

*Fase 2. Tratamiento de datos obtenidos.*

Se analizó la información de la Dirección de tránsito de Bucaramanga y la empresa DIACO, esto posibilitó tener una idea clara del proceso que se está llevando a cabo en el tratamiento de desechos y la cantidad de vehículos actuales en abandono determinando las carencias y posibles mejoras.

*Fase 3. Análisis de Resultados*

Con la información obtenida, se comparó con los procesos realizados en los países pioneros en el proceso de chatarrización y tratamiento de desechos, esto permitirá seleccionar el método óptimo para la chatarrización vehicular en Bucaramanga.

## **6. Marco Conceptual**

A continuación, se precisarán los conceptos utilizados en el estado del arte de acuerdo con las instituciones nacionales.

### **6.1. Vehículo**

De acuerdo con el artículo 2° del Código Nacional de Tránsito Ley 769 del 2002 se define como, “vehículo automotor destinado a satisfacer las necesidades privadas de movilización de personas, animales o cosas” (Congreso de la República, 2002).

### **6.2. Chatarrización**

La desintegración física de vehículos o también conocida como chatarrización, consiste en la destrucción de todos los elementos y componentes del automotor por parte de cualquier entidad desintegradora, debidamente autorizada por el Ministerio de Transporte, en el territorio nacional (Min. Transporte, 2021).

### **6.3. Aprovechamiento de Residuos**

El aprovechamiento de residuos en Colombia se desarrolla a través de tres grandes sistemas normativos: la ley 142 de 1994 que establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios, el decreto 596 de 1994 de 2016, referente al esquema de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo y al régimen transitorio para la formalización de recicladores de oficio y la resolución 276 de 2016 que define los lineamientos del esquema operativo de la actividad de aprovechamiento del servicio público de aseo (Aguirre, 2018).

### **6.4. Tratamiento de Desechos**

En el blog de recytrans, se establece que: “el objetivo principal de todos los tratamientos es el reciclaje de todo el residuo o de la mayor parte del mismo. De no ser posible el reciclaje, el objetivo es la obtención de energía” (Recytrans, 2014).

Es importante tener en cuenta que el proceso que recibe cada residuo es diferente: varía en función del tipo de residuo, de la cantidad del mismo y, sobre todo, si va mezclado o separado de origen.

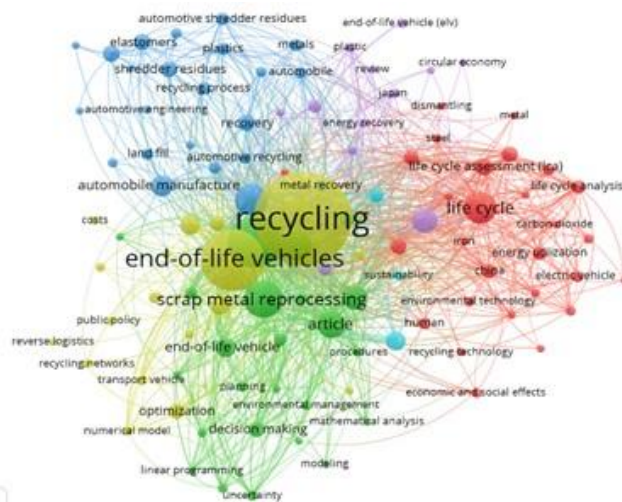
Todo el proceso en su finalidad tiene como objeto modificar las características físicas, químicas y/o biológicas para:

- Eliminar o reducir las sustancias tóxicas que contienen
- Recuperar materia prima
- Ser utilizado como fuente de energía
- Ser adecuado para su depósito en vertedero

## 7. Marco Teórico

Con los resultados obtenidos de la búsqueda bibliográfica realizada, utilizando la ecuación de búsqueda y los criterios de inclusión/exclusión, se realizó un análisis bibliométrico con el fin de estudiar de manera cuantitativa la literatura referente a los métodos de reciclaje vehicular, y que han sido implementados en la elaboración de la presente investigación. Con este fin se utilizaron las herramientas analíticas de resultados de búsqueda ofrecidas por la base de datos SCOPUS y la visualización de redes bibliométricas del software VOSviewer.

**Figura 1.** Mapa bibliométrico de palabras clave generado con el software VOSviewer



La figura 1 muestra un mapa bibliométrico bidimensional obtenido del software VOSviewer, en el cual, cada punto representa las palabras clave más concurrentes en la bibliografía consultada para la elaboración del presente artículo, en donde el tamaño del punto es proporcional a la cantidad de veces que se repite la palabra en los distintos artículos.

Los tres términos más frecuentes en los artículos fueron reciclaje, vehículos fuera de uso y reprocesamiento de chatarra. Este resultado refuerza la idea de la estrecha relación que existe entre los tres conceptos. Por un lado, el reciclaje se puede emplear en los vehículos fuera de uso, así como el reprocesamiento de chatarra con los mismos, respecto de aquellas partes que no pueden ser reutilizadas ni recicladas por razones de sus composiciones.

Posteriormente, se pueden observar otros conceptos importantes para tener en cuenta en el debate de los métodos de chatarrización vehicular, tales como: análisis del ciclo de vida, políticas públicas, impacto medio ambiental, residuos de trituradoras de automóviles, ingeniería automotriz. Finalmente, es posible asociar otro grupo de términos relacionados con los métodos de chatarrización vehicular y el reutilizamiento de los residuos de estos, para disminuir el impacto medio ambiental que se está ocasionando.

En el artículo que se escribió para la Universidad de Yale en New Haven, Connecticut, el autor plantea que el aumento del costo de los vehículos más eficientes en combustible retrasaría el desguace de vehículos más antiguos y menos seguros y que los vehículos eficientes en combustible reducen la asequibilidad de vehículos nuevos y más seguros. La propuesta decía que los fabricantes que enfrentan estándares de economía de combustible para vehículos nuevos pueden optar por reducir el peso del vehículo, lo que lleva a un aumento en las muertes. En realidad, la investigación revisada por pares indica que los aumentos en los vehículos de mayor peso en las carreteras de los EE. UU. produjeron más muertes en las carreteras de lo que se hubiera esperado sin ellos

(Anderson y Auffhammer, 2014; Paulozzi, 2005; White, 2004). Los autores concluyeron recientemente que los estándares CAFE tenían un efecto de reducción neta en las muertes en carretera.

Este estudio se enfoca en la variación en las emisiones de CO<sub>2</sub> entre los estados de EE. UU. según lo indicado por la cantidad y el tipo de combustible consumido. La gran variación entre los estados de EE. UU. en factores que se supone o se sabe que afectan el uso de vehículos motorizados: temperatura, precipitación, desempleo, edad promedio de la población, costos de seguros, precios de combustible, vehículos registrados y kilómetros recorridos por litro de combustible en la actualidad.

Se utilizó un modelo de regresión de mínimos cuadrados para estimar el efecto de las diferencias en los factores predictivos hipotéticos sobre las emisiones de CO<sub>2</sub> entre los 48 estados contiguos de EE. UU. durante los años 2000 a 2014. Se excluyeron Alaska y Hawái porque no se disponía de datos sobre las temperaturas en esos estados. Las estaciones meteorológicas se concentran en áreas más densamente pobladas. Luego, se utilizó el modelo de regresión para predecir cuáles habrían sido las emisiones de CO<sub>2</sub> durante 2015 y 2016 en cada estado si cada uno de los factores hubiera permanecido en los valores de 2014 mientras que los demás cambiaron. Luego, se sumaron las estimaciones de los estados para medir la diferencia en las emisiones nacionales asociadas con los cambios en las variables predictoras cuando las temperaturas aumentaron sustancialmente en 2015 y 2016.

Por otro lado, la investigación publicada en la revista *Energy Procedia*, los autores combinan un nuevo modelo de mercado de vehículos y un modelo de rotación de existencias de vehículos para estimar la participación de mercado óptima de EDV y vehículos livianos en



diferentes escenarios y, el impacto de los cambios en la composición del mercado de vehículos nuevos en las emisiones de CO<sub>2</sub> y el costo de la flota LDV.

En el presente artículo, los autores concluyen entonces que el escenario base está dominado por ICEV y HEV. Los FCHEV dominan cuando se prioriza el bajo costo; mientras que se prefieren los BEV cuando se priorizan las bajas emisiones de CO<sub>2</sub>.

Así mismo, la difusión de BEV de tamaño pequeño y liviano puede lograr las mayores reducciones de emisiones de CO<sub>2</sub>, 87.3% en comparación con los valores de referencia de 2050 con flujo de caja negativo después de 2044.

Y, por último, para 2050, los FCHEV convencionales de tamaño mini ofrecen la opción de menor costo para la flota de pasajeros LDV.

Tal como, en el artículo de investigación, realizado como trabajo de grado para la Universidad Industrial de Santander, se presenta un proceso para la chatarrización de automóviles en estado de abandono con el propósito de disminuir la contaminación ambiental, accidentabilidad vial y el negocio de partes ilegales y optimizar el espacio que ocupan los vehículos inmovilizados en los patios de las secretarías de tránsito a nivel nacional.

Así mismo, este trabajo muestra el caso de estudio de la Dirección de Tránsito de Bucaramanga, quien fue la primera entidad en el país que realizó un proceso de chatarrización a vehículos particulares en el 2017 y, con ellos se plasma, la relación costo-beneficio que se logra tanto para la entidad como para la ciudad.

Como conclusión, la autora establece que realizar un proceso adecuado de chatarrización en las Secretarías de Tránsito promueve la depuración de manera eficiente en los parqueaderos y/o patios de la DTB, de esta forma se garantiza la mitigación de residuos peligrosos que son

absorbidos por el suelo y que son causantes de contaminación en la tierra, niveles freáticos si estas entidades están cerca a fuentes hídricas, además de contaminación visual.

Un control estricto con el diligenciamiento de las fichas técnicas evita que en las Secretarías de Tránsito se incremente el negocio ilegal y fraudulento de ventas de vehículos con el único objetivo de extraer sus partes ilegalmente.

Igualmente, en el artículo de investigación realizado como trabajo de grado para la Universidad Industrial de Santander, se presenta un modelo, el cual tiene como propósito determinar la cantidad de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), emitida por las fuentes móviles matriculadas en la ciudad de Bucaramanga, comparando diferentes modelos usados en los países más desarrollados y ajustándolos a un contexto local.

Como conclusión, los autores establecen que a raíz de las cantidades de CO<sub>2</sub> producidas al año en la ciudad de Bucaramanga, se tendría que pagar 396 veces el valor del plan de desarrollo de los años 2000 a 2023.

De igual manera, en el artículo publicado en la revista Environmental Science & Technology destaca el potencial máximo de reciclaje orientado a la calidad del acero ELV mediante la exploración de los métodos de utilización de la chatarra, clasificada por partes, para producir acero aleado crudo basado en horno de arco eléctrico con pérdidas mínimas de elementos de aleación.

Los autores en esta investigación proponen reciclar de manera orientada a la calidad del acero ELV, explorando los métodos de utilización de la chatarra, clasificada por partes, para producir acero de aleación cruda a base de horno de arco eléctrico con pérdidas mínimas de elementos de aleación.

Y como resultados obtuvieron que la recuperación de alrededor del 94 al 98% de los elementos de aleación que se producen en la chatarra de piezas (manganeso, cromo, níquel y

molibdeno), que pueden reemplazar el 10% de las fuentes vírgenes en la producción de acero de aleación cruda a base de horno de arco eléctrico.

Así mismo, la realización del estudio que proporciona un análisis del proceso de desguace de vehículos del sector público, en este caso taxis, realizado por la empresa Sidenal autorizada por la ley colombiana para tal fin. Para el análisis de la composición de los residuos generados en el proceso se utilizó un vehículo modelo Spark, dado que este modelo tiene la mayor participación en el proceso de achatarramiento de vehículos, según cifras facilitadas por la empresa Sidenal.

La propuesta de los autores genera alternativas de manejo de los materiales residuales del procedimiento de chatarrización que se lleva a cabo en Sidenal S.A., de modo tal que no sean un generador de pasivos ambientales, sino un subproducto con potencial de aprovechamiento.

El resultado que arrojó la investigación es la implementación de algunas propuestas de manejo efectivo para el uso de materiales no ferrosos; los cuales no son tratados correctamente en el proceso de chatarrización; se recomienda un uso adecuado de materiales peligrosos, evitando así problemas ambientales.

Por otro lado, el propósito de una investigación realizada para la Tohoku University, fue analizar los costos de reciclar vehículos en las instalaciones locales de desguace de vehículos. El artículo contiene normas relativas al desmantelamiento de vehículos, describe los tipos de recuperación, las redes de reciclaje de vehículos, analiza la estructura de una estación de desmontaje, así como el sistema financiero e institucional a cargo del reciclaje de vehículos en Polonia. Los autores presentan el número de vehículos desechados en la empresa de reciclaje local y el nivel de recuperación y reciclaje logrado. La investigación presentada en el artículo muestra la situación financiera de la industria del desguace de vehículos. Además, se ha observado que el número de subvenciones es directamente proporcional al número de vehículos achatarrados, y los

niveles de reciclado y valorización alcanzados dependen del porcentaje de vehículos incompletos. La propuesta de los autores en el documento fue la de analizar los costos de reciclaje de vehículos a nivel local (Polonia).

Los resultados tienen que ver con el desarrollo de la motorización, la proporción de grupos de materias y primas individuales en los vehículos ha ido cambiando. El contenido de hierro y metales pesados disminuye, mientras que la cantidad de plásticos y el aluminio está aumentando. La materia prima 100% reciclable es el acero. Otros materiales tienen una menor índice de recuperación. Por tanto, la reducción de dotación por proceso de recuperación había reducido la rentabilidad de desguace. Será necesario planificar e implementar tecnologías de reciclaje innovadoras para mantener esa industria viva.

En conclusión, con el desarrollo de la motorización, la proporción de grupos de materias primas individuales en los vehículos ha sido cambiado. El contenido de hierro y metales pesados disminuye mientras que la cantidad de plásticos y el aluminio está aumentando. La materia prima 100% reciclable es el acero. Otros materiales tienen una menor índice de recuperación. Por tanto, la reducción de dotación por proceso de recuperación había reducido la rentabilidad de desguace. Será necesario planificar e implementar tecnologías de reciclaje innovadoras para mantener esa industria viva.

Por otro lado, también se demuestra que, aunque las políticas de tráfico implementadas en los últimos años han contribuido a reducir las emisiones, mostrando un impacto positivo, estas políticas han sido ineficaces para revertir algunas tendencias negativas de las características de la flota de automóviles de edad promedio, afectando los patrones de emisión de algunos contaminantes. Sin embargo, además de la antigüedad del vehículo, otras características pueden afectar las emisiones. Entre 2001 y 2011, se registraron más 52% de diésel vehículos y el tamaño

medio del motor disminuye. Así, en el futuro. El análisis de las sinergias entre las políticas debe realizarse con cuidado. para cuantificar mejor sus beneficios medioambientales.

## **8. Estudio de Casos**

En la actualidad se ha incrementado rápidamente el parque automotor generando congestión, accidentalidad, ruido y, además, se ha convertido en un gran causante de deterioro ambiental produciendo gases efecto invernadero como el CO<sub>2</sub>. Se ha demostrado que dicha contaminación es ocasionada por vehículos que ya superaron su vida útil. Este trabajo busca promover e incentivar la chatarrización vehicular a través de un método efectivo para la ciudad de Bucaramanga y su Área Metropolitana, teniendo en cuenta que en esta urbe “El parque automotor de Bucaramanga y el área metropolitana asciende a los 760.746” (Cristancho, 2021). Y de esta cantidad de vehículos, según la Asociación Colombiana de vehículos automotores (2017), el 33% cuentan con más de 20 años de antigüedad.

### **8.1 Método de Chatarrización Implementado en la Unión Europea**

La Unión Europea se ha destacado por su iniciativa en desarrollar políticas medio ambientales. Dentro de estas iniciativas, publican la Directiva 2000/53/CE, la cual “establece medidas destinadas, con carácter prioritario, a la prevención de los residuos procedentes de vehículos y, adicionalmente, a la reutilización, reciclado y otras formas de valorización de los vehículos al final de su vida útil”. Con el paso de los años esta ley tuvo que ser modificada a la Directiva (UE) 2018/849 en la cual se tiene en cuenta otros aspectos como los materiales utilizados para la manufacturación de los vehículos y la mejor manera de darles un proceso adecuado de chatarrización, dando prioridad el cuidado ambiental y la salud pública. (Ver Apéndice A)

## **8.2. Método de Chatarrización Implementado en Japón**

El proceso utilizado en Japón es similar al empleado en la Unión Europea, debido a que ambos manejan procesos de descontaminación y desmontaje, teniendo como principal objetivo la responsabilidad social. Japón ha implementado la política de las 3R (Reducir, Reutilizar, reciclar) medidas para una economía sostenible, la cual está en funcionamiento desde el año 2000 hasta la fecha especificada en la Ley Núm. 87 de 12 de julio de 2002. (Ver Apéndice B)

## **8.3. Implementación en Colombia**

La gestión en este tipo de temas en Colombia siempre ha sido negativa, ya que se han implementado métodos obsoletos generando así problemas sociales y sobre todo ambientales Con la resolución 381 de 2.007: “Por la cual se establece el proceso de integración física total de vehículos de transporte de servicio público individual, colectivo y masivo en el Distrito Capital”, se inicia el proceso de legalización, que continua con la expedición de la resolución 3253 de 2008:

Por medio de la cual se establece las condiciones y procedimientos para el registro inicial de vehículos al servicio público y particular de transporte terrestre automotor de carga por reposición y lo correspondiente a la desintegración física total de los vehículos de esta modalidad.

Se debe tener en cuenta que para Pardo (2016) “la chatarrización en Colombia lo que intenta es impedir el mercado negro de las partes y retirar vehículos antiguos”, sin analizar un buen manejo del proceso que este puede llevar. Esto último fue demostrado por la Universidad EAN, realizaron un estudio de la composición física de los subproductos de residuos de los vehículos públicos fuera de uso, dando como resultado que solo el 62% de los vehículos son metales ferrosos, siendo lo único aprovechado en Colombia. (Ver Apéndice C)

## 9. Problemática Bucaramanga

Es menester mencionar que los automóviles son considerados como agentes contaminantes, ya que producen óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados, dióxidos de azufre y compuestos orgánicos volátiles.

La entidad encargada del manejo medio ambiental y de contaminación a nivel ciudad es la AMB (Área Metropolitana de Bucaramanga), a ellos es a quien les compete el cumplimiento de la normatividad del ordenamiento territorial. Para garantizar el cumplimiento de las normas medioambientales, la institución cuenta con un sistema de vigilancia de calidad del aire, el cual genera la medición de nivel intermedio.

Este sistema permite conocer la información de forma continua en tiempo real, lo que permite evaluar la incidencia que tienen los agentes contaminantes de calidad del aire y la salud en la población.

Este sistema de medición se encuentra ubicado en 5 estaciones distintas, las cuales están distribuidas en toda el área metropolitana de la ciudad de Bucaramanga.

De toda el área metropolitana de Bucaramanga, en las mediciones realizadas por la AMB, se concluye que Bucaramanga es el municipio con el mayor porcentaje de vehículos inspeccionados que han sido rechazados, en segundo lugar esta Girón, seguido por el municipio de Piedecuesta y por último Floridablanca, dejando un porcentaje del 63% para el año 2019 de los vehículos inspeccionados que han aprobado los controles, dejando un promedio de 1969 vehículos responsables de ser contaminantes en el área metropolitana.

De acuerdo a las cifras estimadas por la AMB, para el año 2018, el parque automotor de toda el área metropolitana registró un total de 675.737 vehículos, lo que deja como estimación de

1 vehículo por cada 2 habitantes en toda el área metropolitana, representando así un incremento del 87% en la última década, haciendo así notorio que los niveles de contaminación ambiental y la baja calidad del aire se irán incrementando en igual proporción.

El alto incremento de automóviles en la ciudad de Bucaramanga ha causado a su vez un alto índice de abandono de estos en los patios de la DTB (Dirección de Tránsito de Bucaramanga), esta situación ha generado que se acumulen residuos peligrosos, como lo pueden ser los combustibles, aceites hidráulicos, aceite de motor, ácido de batería, líquido de frenos, entre otros.

Actualmente, los vehículos en abandono se rigen por el artículo 128 de la ley 1730 del 2014; Sino se ha subsanado la deuda luego de un año, el automotor será declarado en abandono.

## **10. Diagnóstico**

El diagnóstico para este trabajo se realizó teniendo en cuenta cada una de las etapas del proceso productivo que usan las empresas en el proceso de chatarrización vehicular, se entiende que aquellas etapas que no se encuentren contempladas en el diagnóstico no cumplen con los aspectos técnicos y ambientales.

### **10.1. Señalización, Demarcación y Delimitación de las Zonas de Trabajo**

Existen etapas del proceso como son el pesaje, acería, figuración y laminación, que disponen de sistemas de señalización (tanto la empleada para salud ocupacional y seguridad industrial como la convencional) y formas de identificación de las zonas, diferenciándolas de los demás espacios de trabajo. Sin embargo, en otros espacios de trabajo, como las unidades de represión, descontaminación, almacenamiento temporal de chatarra y de almacenamiento del residuo de fragmentación, presentan las siguientes falencias:



- No hay identificación del área de trabajo
- No existe delimitación alguna de la zona de trabajo, es decir, no hay un conocimiento

del fin de una zona de trabajo y el comienzo de otra zona

No existe señalización de índole de seguridad industrial

Los espacios de trabajo están a la intemperie, no hay impermeabilización del suelo; es decir, se trabaja sobre el entorno natural del suelo.

### **10.2. Residuo de Fragmentación**

El residuo de fragmentación se encuentra en el exterior, formando montañas de aproximadamente 2.5 metros de altura, y es una de las circunstancias observadas que conlleva más riesgos. Este residuo de fragmentación es una mezcla de los siguientes residuos industriales:

- Tierra
- Vidrio
- Plástico
- Caucho
- Metales no ferrosos
- Otros

Los residuos pertenecientes a la clase de otros son pequeñas fracciones de textil, cartón, papel y fracciones metálicas que no fueron captadas por las bandas magnéticas, debido a que la función de esta no es 100% eficiente.

### **10.3. Unidades de Acopio – Almacenamiento de Chatarra, Metales no Ferrosos, Neumáticos Fuera de Uso y Polvillo de Acería**

Pese a que mayormente son unidades de almacenamiento temporal, tampoco existe un área específica para el destino de estas, lo que genera una desorganización en el proceso productivo.

Como tal, estas unidades representan posibles impactos asociados al no tener cobertura alguna, en la parte inferior o superior de las mismas, que impida la exposición a factores climáticos del territorio.

### **11. Revisión del Proceso de Chatarrización de los Vehículos Fuera de Uso**

La gestión de los vehículos que se encuentran fuera de uso es un tema novedoso en el país, pero a nivel internacional como, por ejemplo, Norteamérica y Europa, ya se encuentra regulado.

Los vehículos que se encuentran al final de su vida útil a nivel nacional han generado una problemática muy similar a la que otros países han vivido, y que actualmente ofrecen distintas alternativas de manejo. Y estas dan lugar al aprovechamiento de los subproductos en pro de obtener mayores beneficios ambientales, económicos y sociales.

El proceso de desintegración física de vehículos ha adquirido importancia a nivel mundial, debido a que se ha convertido en un proceso en el cual se ven implicados los subproductos que conforman un vehículo, exceptuando la materia ferrosa. En relación con esta situación son varias las experiencias internacionales en la creación de rígidas normas, implementación de acciones y búsqueda de soluciones que garanticen la sostenibilidad de este proceso industrial.

En el ámbito internacional, el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea, mediante la Directiva 2000/53/CE, plantean que a más tardar desde el 01 de enero de 2006 debía aumentarse la reutilización y valorización de todos los vehículos al final de su vida útil, hasta un mínimo del 85% del peso medio por vehículo y año. Dentro del mismo plazo, se aumentaría la reutilización y reciclado hasta un mínimo del 80% del peso medio por vehículo y año. Adicionalmente, la normativa citada señala que, a más tardar el 01 de enero de 2015, se

incrementará la reutilización y valorización de los vehículos al final de su vida útil hasta un mínimo del 95% del peso medio por vehículo y año. En este mismo plazo, se aumentará la reutilización y reciclado hasta un mínimo del 85% del peso medio por vehículo y año.

A pesar de que dentro de la legislación nacional no hay una normativa que regule todo el proceso de chatarrización de los vehículos fuera de uso, si existe una organización llamada SIDENAL, ubicada en Tocancipá, que cual realiza el proceso de desintegración física y chatarrización. Encaminan sus actividades al uso de la materia prima ferrosa para la generación de acero sismorresistente para el sector de la construcción y otros sectores.

Aun así, ciudades como Bogotá tienen una normatividad vigente, la cual señala la culminación del ciclo de vida útil de un vehículo, el cual precede la entrega de este a una empresa autorizada, para iniciar el correspondiente proceso de chatarrización. Sin embargo, cuando se habla de chatarrización, se hace alusión a una gestión del metal ferroso que conforma un vehículo, con lo cual se deja de lado que un vehículo está conformado por otro tipo de elementos o componentes constituidos de materiales diferentes a los metales ferrosos. Por lo anteriormente expuesto.

## **12. Desarrollo de Objetivos**

El objetivo principal de este trabajo de investigación fue realizar el análisis de los métodos que actualmente existen para la chatarrización y tratamiento de los desechos que se producen a la finalización de la vida útil de los vehículos al interior del país, se tuvo en cuenta los distintos factores que estos acarrearán.

### **12.1. Comparación de Resultados de las Emisiones de CO<sub>2</sub> de Aquellos Vehículos que se Encuentran en Circulación.**

Según las cifras publicadas por el RUNT en Colombia actualmente hay un promedio de 17.020.461 vehículos, de los cuales 6.701.970 son una mezcla entre los automóviles, camionetas, camiones, buses y volquetas. Respecto de la maquinaria de remolque y semirremolques les corresponde la cifra de 181.888, todo esto corresponde al 40% del parque automotor colombiano al finalizar el 2021.

De las cifras enunciadas anteriormente, 977.924 son parte del servicio público y 185.489 a otros tipos de servicio, para un total de 15.6 millones de vehículos que son del servicio particular.

Todas estas cifras son importantes conocerlas, ya que debido a la cantidad de vehículos que hay en el parque automotor a nivel nacional, tienen un gran impacto ambiental por lo que la huella de CO<sub>2</sub> que estos dejan es impresionante.

Es preciso establecer que esta emisión se presenta en función de 2 factores, los cuales son:

- i) El tipo de combustible que emplee el vehículo ya sea gasolina corriente o Diesel,
- ii) El cilindraje del vehículo, si son menores a 1400cc, se encuentran entre los 1400cc y 2000cc, o si son mayores a los 2000cc, esto aplica tanto para taxis como para vehículos particulares.

Por otro lado, las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas por los camiones debido al tipo de motor que estos emplean para su movilidad, derivan en una cantidad representativa de toneladas de CO<sub>2</sub> por año.

Al ser estos motores impulsados por Diesel llegan a emitir hasta un 8% más de gCO<sub>2</sub>/l frente a los vehículos que se mueven con gasolina corriente.

Así mismo, la cantidad de  $\text{gCO}_2/\text{Km}$  que generan los buses, depende del tipo de bus que sea, es decir, si es un bus estándar o de 3 ejes, y esto se asocia a la cantidad de pasajeros que el bus puede transportar.

Un bus estándar puede llegar a producir casi un 60% más de  $\text{gCO}_2/\text{Km}$  que un camión rígido, lo que conduce entonces a concluir que los buses son una de las fuentes móviles más contaminantes para el medio ambiente.

Varios estudios realizados por la Unión Europea han demostrado que el sector de mayor generación y emisión de agentes contaminantes para el medio ambiente es el transporte, esta es una realidad que se observa en la mayoría de países.

A raíz de esto, el sistema de información ambiental de Colombia determinó mediante estudios y monitores que las fuentes móviles son las responsables del aproximadamente 80% de las emisiones de agentes contaminantes, mientras que el 20% restante se produce por fuentes fijas, y esto se debe al crecimiento del parque automotor a nivel nacional, lo que tiene como consecuencia que las distintas ciudades deban tomar medidas ambientales para poder mitigar la contaminación del aire, tales como, pico y placa ambiental, acceso a bicicletas en los sistemas de transporte público, e incentivar por el uso de los sistemas de transporte masivo en las distintas ciudades del país.

## **12.2. Evaluación de los Métodos para el Tratamiento de Desechos que se Utilizan en Colombia Actualmente en Comparación con Otros Países.**

Actualmente se ha presentado un rápido incremento del parque automotor lo cual genera congestión, accidentes, ruido y, como se ha establecido en el ítem previo, son uno de los mayores causantes del deterioro ambiental, los cuales producen gases de efecto invernadero como lo es el  $\text{CO}_2$ . Esta contaminación por lo general se produce por aquellos vehículos que ya han superado su

vida útil, ya que según la Asociación Colombiana de Vehículos Automotores el 33% cuentan con más de 20 años de antigüedad.

Siendo así entonces, la Unión Europea se ha destacado por el desarrollo de distintas políticas en pro del medio ambiente, creando dos directivas para la manufacturación de los vehículos y la mejor manera de darles un proceso adecuado de chatarrización, dando prioridad al cuidado ambiental y a la salud pública. En la figura 1, se puede evidenciar el sistema de manejo de vehículos fuera de uso dentro de toda la Unión Europea. (Ver Apéndice A)

Por otro lado, el método que Japón utiliza para el tratamiento de desechos vehiculares es muy similar al de la Unión Europea, en ambos casos se utilizan los procesos de descontaminación y desmontaje, cuyo objetivo principal radica en la responsabilidad social.

Japón en este proceso toma la decisión entonces de emplear la política de las 3R, que significa Reducir, Reutilizar y Reciclar, esta es una medida para la economía sostenible y su empleabilidad se da desde el 2000 hasta la fecha que especifica la Ley 87 del 12 de julio del 2002.

En la figura 2 se establece el sistema que se emplean en dicho país para los vehículos que están fuera de uso, y cuál es la empleabilidad que le dan a cada uno de los desechos que se extraen del mismo. (Ver Apéndice B)

A nivel nacional la gestión de la chatarrización ha sido negativa, ya que los métodos que se han implementado han sido obsoletos y han generado problemas sociales y ambientales.

La problemática radica en que con la expedición de la normativa sobre este tema, se pretende impedir el mercado negro de las partes y retirar los vehículos antiguos de circulación; pero se dejó de lado el buen manejo del proceso que este puede llevar, ya que, la composición física de los subproductos de residuos de los vehículos que se encuentran fuera de uso, son en un 62% metales ferrosos, y este es el único material que se aprovecha al interior del país, dejando el

32% de materiales que terminan de componer un vehículo y esto sigue causando un impacto negativo en el medio ambiente.

### **12.3. Descripción de un Método para el Tratamiento de Residuos que Permita el Aumento del Porcentaje de Vehículos Reciclados en el País.**

Como bien se ha establecido en ítems anteriores a este, los vehículos fuera de uso son una problemática medio ambiental muy grande, y la poca normatividad que existe en todo el territorio nacional no ha dado solución a este tema.

Es por esta razón que a través de este trabajo en el desarrollo de este tercer objetivo se pretenda realizar una propuesta de ley que busque estandarizar en todo el territorio nacional los métodos de chatarrización, así como el aprovechamiento de todas las partes que contiene el vehículo, para poderlo reciclar al 100%.

Es menester entonces establecer en primer lugar, que para la implementación de esta normatividad el Estado debe crear o contratar una empresa especializada en la chatarrización vehicular, ya que este proceso no debe hacerse sin un conocimiento previo, pues se debe hacer de la manera correcta y, deshacerse de los residuos que no son útiles, para evitar un daño mayor al medio ambiente del que ya están causando estos vehículos.

Por otro lado, una vez se tenga establecido y estandarizada la entidad responsable de la realización de este proceso, se debe regular en detalle qué pasará con cada parte del vehículo, cómo se manejará el deshecho de los líquidos del vehículo, así como la reutilización de cada parte. Para finalmente, darle un uso adecuado al vehículo y aportar al mejoramiento del medio ambiente.

### 13. Conclusiones

Es por todo lo expuesto anteriormente que los métodos de chatarrización vehicular empleados en otros países han pretendido disminuir el impacto medio ambiental, sin embargo, Colombia necesita la creación de nuevas leyes que busquen estandarizar los métodos de chatarrización vehicular y proteger el medio ambiente a su vez, así como, se requiere también de nuevas leyes que ordenen sacar del tránsito vehicular a aquellos automóviles que sean modelos mayores a 10 años de antigüedad, ya que, entre más antiguo es el vehículo mayor es la expulsión de CO<sub>2</sub> que causa este.

Como tercera medida es importante, para la protección del medio ambiente y la chatarrización vehicular se debe regular el manejo de aquellos vehículos que los dueños abandonan parqueados en las calles y dejan dañar, ya que estos también causan impactos negativos al medio ambiente y son más urgentes de chatarrizar.

En otras palabras, Colombia necesita que el Congreso de la República se preocupe un poco más por el medio ambiente y proponga la protección de este a través de la normatividad que se requiere para la estandarización de la chatarrización vehicular.

En conclusión, lo que necesita Colombia y específicamente Bucaramanga es un mayor aprovechamiento de estos residuos para así traer beneficios ambientales ya que se eliminarían de forma correcta los residuos peligrosos, así como se emplearía el uso adecuado para los residuos reutilizables como el acero, plástico y otros materiales que son desperdiciados con los métodos que actualmente se están implementando en el país.



De igual manera, con la pretensión de estandarización de los métodos de chatarrización que se proponen en este trabajo, se busca minimizar el impacto medio ambiental que se ha causado debido al mal manejo que se ha tenido hasta el momento no solo en la ciudad, sino a nivel nacional.

Por ejemplo, en la disminución del impacto medio ambiental, al reutilizar los materiales como acero y plástico, empleándolos para otros usos distintos de tal manera en que aporten a la economía del país, pero que, a su vez, dejen de ser grandes contaminantes y pasen a ser útiles para la sociedad.

Respecto del cómo sería el proceso de eliminación de los residuos peligrosos y aquellos materiales que no se pueden aprovechar, puede ser el uso de incineración a altas temperaturas, con la tecnología actual ha desarrollado unidades incineradoras más efectivas que limitan la cantidad de emisiones liberadas en el cielo, para no crear un daño al medio ambiente, para proceder con estas técnicas es importante tener una licencia ambiental, ya que con esta pueden disponer de ellos de manera correcta sin crear daños a la capa de ozono.

#### **14. Recomendaciones**

Desde el punto de vista metodológico, se recomienda a futuros estudios sobre este tema, abordarlo con una metodología distinta, es decir, se sugiere hacer trabajo de campo y hacer un análisis más desde el punto de vista jurídico analizando la normatividad nacional para establecer la eficacia de la misma o no dentro del territorio.

Y, por otro lado, desde la academia, se recomienda tanto a la facultad como a la universidad en general, que continúen con la investigación de este tema, ya que, debido a su relevancia en materia de medio ambiente, es menester continuar profundizando en este tema, buscando mejorar los métodos de chatarrización vehicular, para así poder mejorar también el medio ambiente disminuyendo su contaminación.

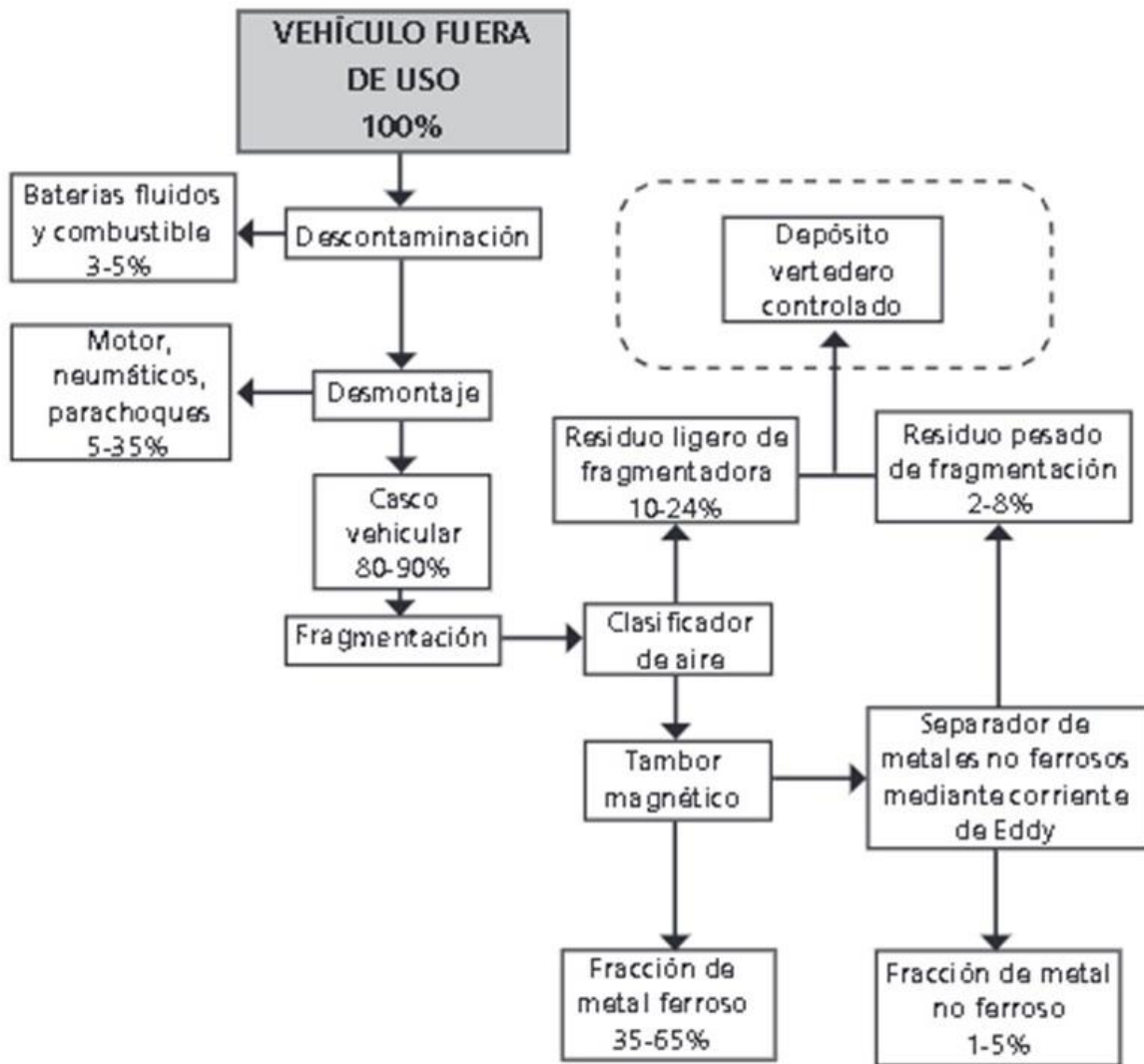
### Referencias Bibliografía

- Aguirre Sierra, A.M. (2018). Aprovechamiento de Residuos Sólidos en Colombia. Universidad Pontificia Bolivariana.
- Congreso de la República. (2002). Código Nacional de Tránsito. Ley 769 de 2002.
- Directiva (UE) 2018/849 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 30 de mayo de 2018 por la que se modifican las Directivas 2000/53/CE sobre vehículos al final de su vida útil, 2006/66/CE sobre pilas y acumuladores y pilas y acumuladores usados, y 2012/19/UE sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (Texto pertinente a efectos del EEE).
- Ministerio de Transporte. (2021). ¿Cuál es el procedimiento para desintegrar y cancelar la matrícula de un vehículo particular?
- Nakamura S. (2007). Optimal Recycling of Steel Scrap and Alloying Elements: Input-Output based Linear Programming Method with Its Application to End-of-Life Vehicles in Japan, Estados Unidos. American Chemical Society.
- Pardo M. (2016). Gestión de subproductos e impacto ambiental de la chatarrización vehicular del sector transporte público en Bogotá, Colombia. Editorial EAN.
- Rangel P (2021) Chatarrizar vehículos particulares en estado de abandono como solución a reducir accidentalidad y contaminación ambiental. Estudio de caso, dirección de tránsito de Bucaramanga [Ingeniería Civil, Universidad Industrial de Santander]  
<http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/pags/cat/conbas.jsp>
- Recytrans. (2014). Tratamiento de Residuos. Obtenido de <https://www.recytrans.com/blog/tratamiento-de-residuos/>

Resolución 381 de 2007. [La Secretaría Distrital de Movilidad] Por la cual se establece el proceso de desintegración física total de vehículos de transporte de servicio público individual, colectivo y masivo en el Distrito Capital. 14 de agosto del 2007

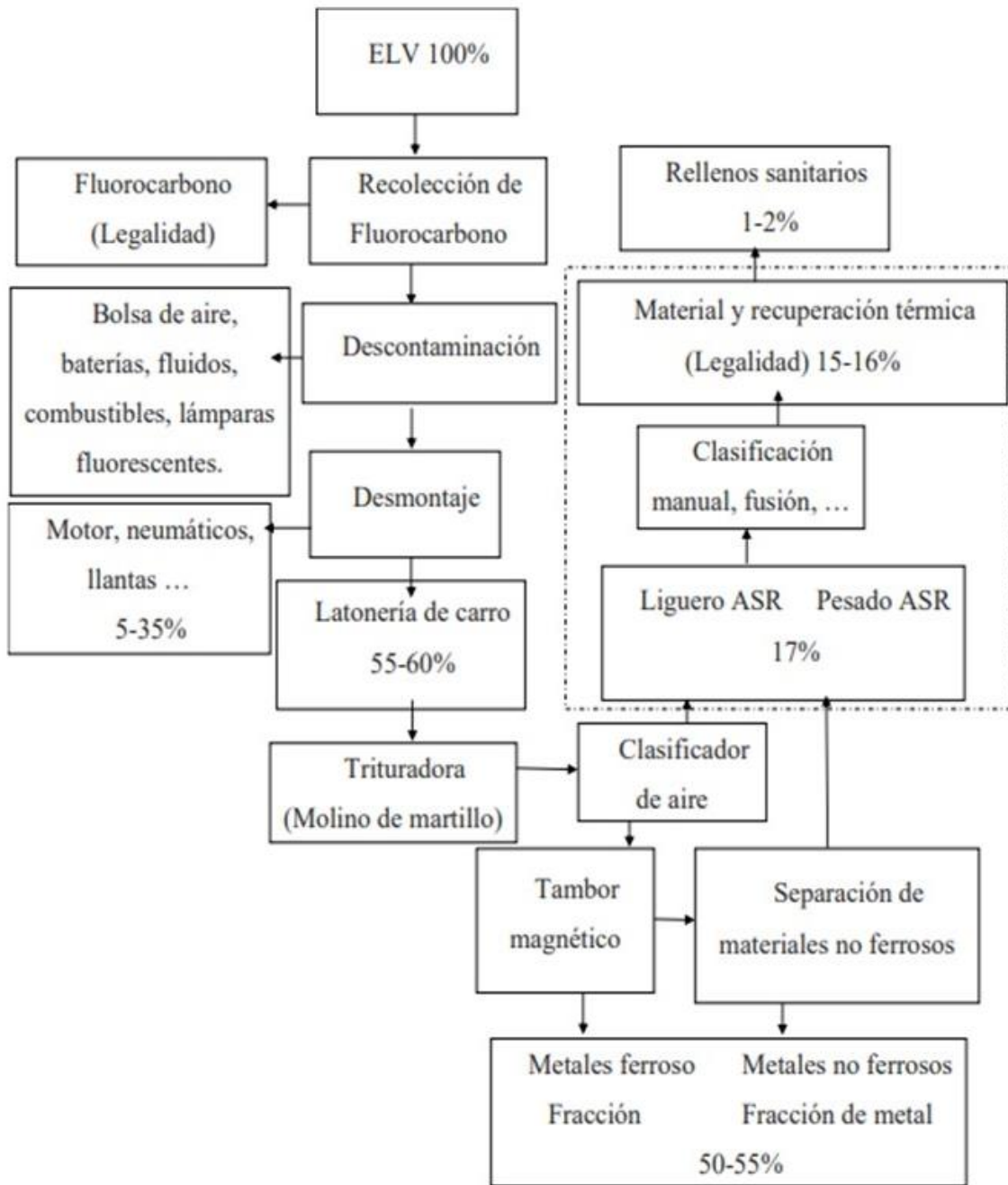
Apéndices

Apéndice A. Sistema de manejo de vehículos fuera de uso dentro de la Unión Europea



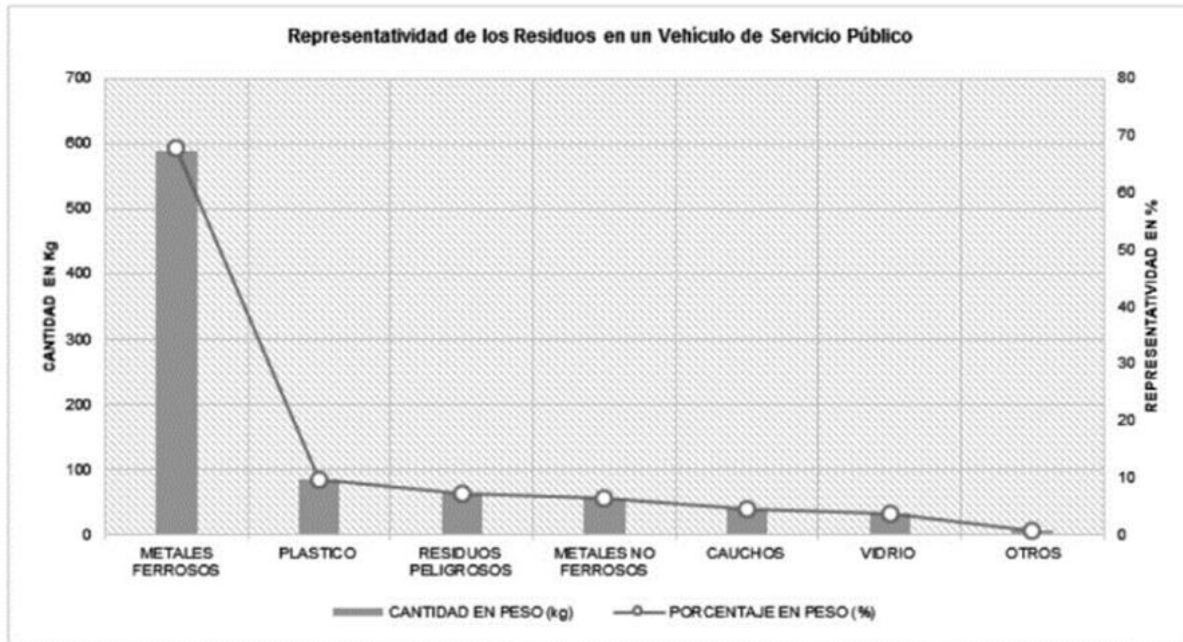
Nota: Shin-Ichi, Hideto, Hiratsuka, Vandecasteele, et al, (2014)

Apéndice B. Sistema de manejo de vehículos fuera de uso en Japón



Nota: Right Japan, Yoshida and Hiratsuka, (2014).

**Apéndice C. Composición física de los subproductos de residuos de los vehículos fuera de uso de servicio público**



*Nota:* Pardo Parra, M. E., & Uribe Jongbloed, A. (2016).