



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DEL ECUADOR

FACULTAD DE INGENIERÍA AUTOMOTRIZ

TESIS DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
MECÁNICA AUTOMOTRIZ.

Tema:

ESTUDIO DE RECICLAJE TOTAL DE VEHÍCULOS Y DESARROLLO DE UN PLAN
DE TRATAMIENTO DE DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS.

Paúl Esteban Uriarte Silva

Esteban Patricio Estrella Aguilar

Director: Ing. Raymond Suárez

2012

Quito, Ecuador

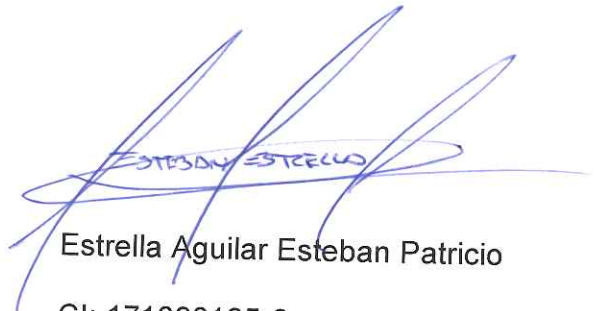
CERTIFICACIÓN

Nosotros, Uriarte Silva Paúl Esteban y Estrella Aguilar Esteban Patricio, declaramos que somos los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal nuestra. Todos los efectos académicos y legales que se desprendan de la presente investigación serán de nuestra exclusiva responsabilidad.



Uriarte Silva Paul Esteban

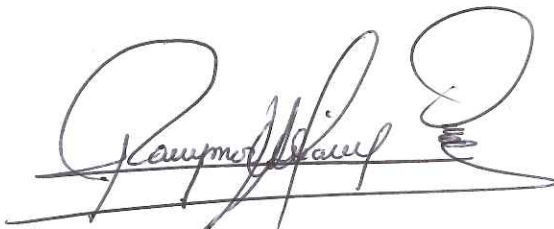
CI: 171689539-4



Estrella Aguilar Esteban Patricio

CI: 171390185-6

Yo, Raymond Suárez, declaro que, en lo que yo personalmente conozco, los señores, Uriarte Silva Paúl Esteban y Estrella Aguilar Esteban Patricio, son los autores exclusivos de la presente investigación y que ésta es original, auténtica y personal suya.



Ing. Suárez Rivera Raymond Gabriel

CI: 171483500-4

AGRADECIMIENTO

Este proyecto es el resultado de la investigación conjunta de las personas que formamos el grupo de trabajo. Agradezco a nuestro director de tesis, Ing. Raymond Suárez, mi compañero Esteban Estrella y mi persona Paúl Uriarte, quienes a lo largo de este tiempo han puesto todo su esfuerzo y conocimientos en el desarrollo de esta investigación la cual ha finalizado llenando todas nuestras expectativas. Agradezco a mi madre quien a lo largo de toda mi vida me ha apoyado y motivado mi formación académica, creyendo en mí en todo momento sin dudar de mis habilidades. A mis profesores a quienes les debo gran parte de mis conocimientos, gracias a su enseñanza y paciencia. Finalmente un inmenso agradecimiento a la prestigiosa Universidad Internacional del Ecuador, la cual me abrió sus puertas para enseñarme el camino al éxito y me formó como una persona de bien.

PAÚL URIARTE S.

En primer lugar quiero agradecer a todos los involucrados en realizar este proyecto, a nuestro director de tesis Ing. Raymond Suárez quien siempre nos alentó y ayudó a la realización de este proyecto, a mi compañero Paúl Uriarte siempre con constancia existió una mutua colaboración para realizar este proyecto. Agradezco de manera especial a mis padres quienes confiaron siempre en mí, quienes depositaron toda su confianza y me dieron la oportunidad de tener una educación excelente y a todos los profesores de la excelentísima Universidad Internacional del Ecuador, así mismo como a nuestro sub decano Ing. Andrés Castillo que gracias a sus conocimientos impartidos somos ahora personas de éxito y capaces de desarrollar este proyecto.

ESTEBAN ESTRELLA A.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de tesis a mi madre, a mi familia y a mi novia. A mi madre porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar; a mi familia quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar siendo mi apoyo en todo momento; a mi novia por depositar su entera confianza en cada reto que se me presentaba, sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad. Es por ellos que soy lo que soy ahora. Los amo con mi vida.

PAÚL URIARTE S.

Dedico este proyecto a mis padres, a mi esposa y a mi hermana. Quienes siempre han estado apoyándome, dándome la confianza a lo largo de mi carrera, dándome la fortaleza día a día para sobrellevar todas las adversidades que he encontrado en el camino. Gracias a ustedes es que ahora estoy a puertas de ser un Ingeniero por esa razón este proyecto está dedicado a ustedes, espero ser lo que ustedes quisieron de mí. Los amo y gracias.

ESTEBAN ESTRELLA A.

SÍNTESIS

Preocupados por el impacto ambiental que generan los automotores y continuando con las enseñanzas de cuidado del medio ambiente impartidas a lo largo de nuestra carrera en la Facultad de Ingeniería Automotriz de la Universidad Internacional del Ecuador, se ha desarrollado este proyecto para aportar con una alternativa sobre el manejo de los vehículos cuando terminan su vida útil.

El primer paso desarrollado fue el plantear el problema que presenta un vehículo al final de su vida útil y los desechos que genera. En la actualidad el reciclaje se enfoca mayormente en partes ferrosas, desaprovechando materiales como plásticos, resinas, cristales, caucho, entre otros. El presente estudio está enfocado principalmente en el manejo y reciclaje de estos materiales que al final de la vida útil del vehículo sólo se tratan como desecho, desaprovechando estos recursos y contaminando el ambiente.

Como introducción, el estudio ha desarrollado un marco teórico, en el cual se analiza la contaminación ambiental producto del uso del automóvil, así como también su impacto en el medio ambiente, sus residuos y la gestión en el manejo de los mismos.

En el tratamiento principal de los vehículos fuera de uso se ha globalizado que se divide en dos grandes partes, el tratamiento tanto de los residuos peligrosos como los no peligrosos.

Como resultado del estudio realizado se presenta una propuesta, tratando las ventajas y principios del reciclaje del vehículo, obteniendo tanto beneficios ambientales como económicos.

En conclusión este estudio es un aporte a la mejora de los procesos de gestión, manejo y reciclaje de vehículos; reduciendo los desechos, disminuyendo la contaminación ambiental, mejorando así la calidad de vida de la población y abriendo la posibilidad de establecer al reciclaje como una fuente de trabajo que permita generar una buena rentabilidad en el país.

ABSTRACT

TITLE: TOTAL RECYCLING STUDY OF VEHICLES AND DEVELOPMENT OF A SOLID WASTE TREATMENT AND LIQUIDS.

Concerned about the environmental impact generated by the motor and continuing with the lessons of environmental stewardship taught throughout our career in the School of Automotive Engineering International University of Ecuador, we have developed this project to provide an alternative on the handling of the vehicles when they complete their life.

The first step was developed to raise the problem presented by a vehicle at the end of its useful life and the waste it generates. Currently recycling focuses mainly on ferrous parts, wasting materials such as plastics, resins, glass, rubber, among others. This study focuses primarily on the handling and recycling of these materials at the end of the life of the vehicle only treated as waste, wasting these resources and polluting the environment.

As an introduction we have developed a theoretical framework, which analyzes the environmental pollution resulting from use of the car, as well as its impact on the environment, their waste management and in managing them.

In the primary treatment of life vehicles has been globalized is divided into two parts, the treatment of both hazardous waste and nonhazardous.

As a result of the study presents a proposal, addressing the advantages and principles of recycling of the vehicle, obtaining both environmental and economic benefits.

In conclusion, this study is a contribution to improving management processes, management and recycling of vehicles, reducing waste, reducing pollution, improving the quality of life of people and opening the possibility of recycling as a source of labor to generate good returns in the country.

ÍNDICE

CERTIFICACIÓN	II
AGRADECIMIENTO.....	III
DEDICATORIA.....	IV
SÍNTESIS.....	V
ÍNDICE	IX
CAPÍTULO I.....	1
ASPECTOS GENERALES	1
1.1. EL PROBLEMA.....	1
1.1.1. Formulación del problema.....	3
1.1.2. Sistematización del problema	3
1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.2.1. Objetivo General.....	4
1.2.2. Objetivos específicos	4
1.3. ALCANCE	5
1.3.1. Delimitación temporal	5
1.3.2. Delimitación Geográfica	5
1.3.3. Delimitación del contenido	5
CAPÍTULO II.....	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL.....	7
2.1.1. Efectos de la contaminación ambiental	7
2.1.2. Tipos de contaminación ambiental	9
2.1.2.1. Contaminación del agua.....	9
2.1.2.2. Contaminación del suelo	9
2.1.2.3. Contaminación del aire.....	10
2.1.3. Actividades económicas y contaminación ambiental.....	10
2.2. RESIDUO	11

2.2.1. Clasificación de los residuos	11
2.2.1.1. Residuos orgánicos	12
2.2.1.2. Residuos inorgánicos	12
2.2.1.3. Residuos sanitarios	12
2.2.2.4. Residuos biodegradables	13
2.2.2.5. Residuos no biodegradables	13
2.2.2.6. Residuos Sólidos Urbanos	14
2.2.2.7. Residuos Industriales	16
2.2.2. Proceso de Gestión de Residuos	17
2.2.2.1. Minimización.....	17
2.2.2.2. Operaciones de Eliminación.....	18
2.2.3. Reciclaje.....	21
2.2.3.1. Teoría de las tres R's.	21
2.2.3.2. Características de algunos materiales reciclables.....	23
2.3. VEHÍCULOS FUERA DE USO.....	26
2.3.1. Contaminación por Vehículos Fuera de Uso.....	26
2.3.2. Gestión de los Vehículos Fuera de Uso.....	27
2.3.3. Tratamiento de los Vehículos Fuera de Uso (VFU)	28
2.3.4 Desensamblado selectivo de los Vehículos Fuera de Uso.....	32
2.4. ENERGÍAS ALTERNATIVAS.....	32
2.5. MARCO CONCEPTUAL.....	35
2.5.1. Aditivos.....	35
2.5.2. Aluminio	36
2.5.3. Ambiente	36
2.5.4. Aprovechamiento de los residuos	36
2.5.5. Biodegradable	36
2.5.6. Centro de acopio, "Drop-off Center"	37
2.5.7. Centro de Reciclaje	37
2.5.8. Centro de Tratamiento Integral de Residuos.....	37
2.5.9. Chatarra	37
2.5.10. Contaminación	38
2.5.11. Degradable.....	38
2.5.12. Desecho	39

2.5.13. Evaluación del Riesgo Ambiental	39
2.5.14. Generación.....	39
2.5.15. Gestión integral de los residuos	39
2.5.16. Incineración de residuos.....	40
2.5.17. Materia inerte	40
2.5.18. Material peligroso	41
2.5.19. Medio Ambiente	41
2.5.20. Mejora continua/optimización	41
2.5.21. Reciclaje.....	41
2.5.22. Recogida selectiva	42
2.5.23. Recuperación	42
2.5.24. Residuo	42
2.5.25. Vertido	42
CAPÍTULO III.....	44
RECICLAJE DE DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS APLICABLE A LOS	
VEHÍCULOS	44
3.1. RECICLAJE DE DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS	44
3.1.1. Tratamiento de VFU	45
3.1.1.1. Recambios o reutilización.....	48
3.1.2. Clasificación de los desechos	49
3.1.2.1. Desechos Sólidos (ferrosos y no ferrosos).....	50
3.1.2.2. Plásticos	53
3.1.2.3. Neumáticos, baterías, aceites y fluidos de operación	54
3.1.2.4. Desechos líquidos	55
3.1.2.5. Combustibles.....	55
3.1.2.6. Lubricantes.....	56
3.1.2.7. Fluidos hidráulicos.....	56
3.1.2.8. Fluidos varios	57
3.1.3. Técnicas para la Gestión de Residuos	58
3.1.3.1. Vertederos.....	59
3.1.3.2. Incineración	61
3.1.3.3. Tecnología Residuo Cero.....	62

3.1.3.4. Compostaje y digestión anaerobia	63
3.1.3.5. Tratamiento mecánico biológico	64
3.1.3.6. Pirolisis y gasificación.....	66
3.2. RECICLAJE EN VEHÍCULOS FUERA DE USO	67
3.2.1 Proceso de reciclaje de vehículos al final de su vida útil	68
3.2.2. Materiales potencialmente reciclables.....	70
3.2.2.1. Recuperación de baterías	71
CAPÍTULO IV.....	74
PLAN DE RECICLAJE TOTAL DE LOS VEHÍCULOS FUERA DE USO	74
4.1 OBJETIVO DEL PLAN	74
4.2. CLASIFICACIÓN DE LAS PARTES DEL VEHÍCULO SEGÚN SU COMPOSICIÓN	78
4.2.1 Materiales metálicos.....	78
4.2.1.1 Materiales Ferrosos.....	79
4.2.2. Metales no ferrosos	80
4.2.3. Materiales no metálicos.....	81
4.2.3.1. Plásticos	81
4.2.3.2. Caucho	84
4.2.3.3. Vidrio	84
4.2.3.4. Fibra de Vidrio	85
4.2.3.5. Fibra de carbono	85
4.2.3.6. Cerámica	86
4.2.3.7. Líquidos y Gases.....	86
4.2.4. Distribución total de un vehículo según sus materiales.....	87
4.2.5. Clasificación general de los materiales de un vehículo según el riesgo	87
4.3. ESTRATEGIA DEL PLAN Y FORMA DE APLICARLO.....	89
4.3.1. CASO 1	89
4.3.1.1. Neutralización de elementos potencialmente explosivos	90
4.3.1.2. Retiro de materiales peligrosos	90

4.3.1.3. Fragmentación o trituración	91
4.3.2. CASO 2	94
4.3.3. CASO 3	95
4.3.4. Análisis de casos y su aplicabilidad	97
4.4. TRATAMIENTO PARA CADA PARTE DEL VEHÍCULO	99
4.4.1 Materiales Peligrosos	99
4.4.1.1. Aceites usados	100
4.4.1.2. Filtro de aceite	105
4.4.1.3. Baterías	107
4.4.1.4. Fluidos refrigerantes.....	110
4.4.1.5. Carburantes (Combustibles)	111
4.4.2 Materiales No peligrosos	115
4.4.2.1. Plásticos	115
4.4.2.2. Neumáticos	116
4.4.2.3. Vidrio	123
4.4.2.4. Cables y conductores	124
4.4.2.5. Catalizadores	125
4.4.2.6. Carrocería	126
4.4.2.7. Piezas de aluminio	127
4.4.2.8. Piezas de Acero	129
4.4.2.9. Piezas de Magnesio	130
4.4.2.10. Otros metales	132
4.4.2.11 Matriz de impacto por los Vehículos fuera de uso	136
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	138
Conclusiones.....	138
Recomendaciones.....	140
BIBLIOGRAFÍA	142
ANEXOS	146

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 2.1. Residuos sólidos.....	15
Gráfico 2. 2. Tratamiento de Vehículos Fuera de Uso	30
Gráfico 3. 1. Proceso de gestión y tratamiento de un vehículo	47
Gráfico 3. 2. Origen de la chatarra del Automóvil.....	48
Gráfico 3. 3. Residuos Generados por los Vehículos.....	50
Gráfico 3. 4. Esquema de los pasos que siguen los residuos en una fragmentadora	53
Gráfico 4. 1. Partes de un vehículo II	78
Gráfico 4. 2. Plan de Reciclaje de (VFU).....	89
Gráfico 4. 3. Proceso gráfico de Trituración	93
Gráfico 4. 4. Caso 2 proceso de reciclaje de VFU.....	94
Gráfico 4. 5. Caso 3 proceso de reciclaje de VFU.....	96
Gráfico 4. 6. Filtro de aceite	105
Gráfico 4. 7. Proceso de reciclaje de Baterías de VFU	108
Gráfico 4. 8. Vertederos de neumáticos	117
Gráfico 4. 9. Catalizador.....	125
Gráfico 4. 10. Tapacubos	133
Gráfico 4. 11. Faros.....	133

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4. 1. Distribución de un vehículo según sus materiales.....	87
Tabla 4. 2. Materiales de un vehículo según el riesgo.	88
Tabla 4. 3. Tratamientos peligrosos	99
Tabla 4. 4 .Impactos del automóvil a lo largo de su ciclo de vida.....	137

CAPÍTULO I

ASPECTOS GENERALES

1.1. EL PROBLEMA

El automóvil es, sin duda una parte fundamental en las vidas de los ciudadanos; ya que estos permiten realizar todas las actividades diarias, de trabajo y diversión, razón por la cuál ha sido identificado siempre como un servicio, sin prestar la suficiente atención a lo que ocurre cuando deja de ser útil y pasa a ser un residuo.

La concepción de la vida del automóvil es una cadena que comienza con el fabricante, sigue con el concesionario, continúa su vida útil en el usuario y finaliza en el desguace. Siempre se ha visto como una sucesión de elementos independientes, es decir que la responsabilidad de cada uno queda suscrita a su fase de actuación. Esta concatenación de etapas produce vacíos de responsabilidad, que se transforma en gestiones muchas veces inadecuadas, especialmente con los residuos generados por el automóvil cuando finaliza su tiempo de vida útil.

Hoy en día, se recicla entre el 75 y el 80 % de los vehículos fuera de uso, principalmente, en términos de peso, las partes metálicas, tanto ferrosas como no ferrosas. Sin embargo, se sigue desaprovechando entre el 20 y el 25 %, en términos de peso, que consiste en una mezcla heterogénea de diversos materiales como

resinas, caucho, cristal, materiales textiles, etc. Al llegar al término de la vida útil del vehículo, las empresas de desguace retiran en primer lugar el aceite, el motor, la transmisión, los neumáticos, la batería, el convertidor catalítico así como otras partes que comúnmente se reciclan, o se vuelven a utilizar. A continuación, los metales ferrosos y no ferrosos, así como la resina de la carrocería de los vehículos se separan en chatarrerías.

Mientras los metales ferrosos y no ferrosos se reciclan, los residuos triturados se desechan en vertederos, provocando grandes daños al medio ambiente y en la salud de la población. Nos encontramos por tanto ante un producto esencial que es, a su vez, una fuente contaminante para el medio ambiente.

El reciclaje de los automóviles constituye una contribución positiva a la reducción de gran parte del impacto medio ambiental. De hecho, la utilización eficaz de los recursos, mediante el aprovechamiento de los materiales desechados o su utilización como fuente de energía, disminuiría las repercusiones sobre el ambiente ya que el desecho de los residuos en vertederos supone un agotamiento de los recursos naturales y representa un peligro de contaminación.

Para poder garantizar que los automóviles puedan seguir siendo un modo de transporte compatible con el desarrollo del siglo XXI, es fundamental tomar medidas proactivas tendentes a reducir el impacto medioambiental de los vehículos a lo largo de su vida útil. Así, uno de los aspectos en el que se enfoca el presente proyecto es

en la fase del reciclaje de los vehículos y en el desarrollo de un plan de tratamiento de desechos sólidos.

1.1.1. Formulación del problema

¿El estudio de reciclaje de vehículos y el desarrollo de un plan de tratamiento de desechos sólidos, eliminará o minimizará los impactos generados por este en el medio ambiente?

1.1.2. Sistematización del problema

- ¿Cuál es el tratamiento que se les da a los vehículos fuera de uso?
- ¿Qué partes de un vehículo pueden ser recicladas y cuáles no?
- ¿Cuáles son los fundamentos para crear un plan de tratamiento de desechos sólidos?
- ¿Qué requerimientos y partes debe contener un plan de tratamiento?
- ¿Qué resultados se puede obtener del adecuado tratamiento de desechos?

1.2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1. Objetivo General

Desarrollar un estudio acerca del reciclaje de vehículos que han terminado su vida útil y a través de este desarrollar un plan de tratamiento de desechos sólidos y líquidos utilizando técnicas adecuadas que permitan minimizar las consecuencias, e impactos para el medio ambiente y la salud de la población.

1.2.2. Objetivos específicos

- Definir qué tipo de materiales son reutilizables en nuestro país, disminuyendo el impacto ambiental.
- Analizar los desechos peligrosos que genera el vehículo y determinar a cuales de estos se les está dando tratamiento actualmente en el país.
- Realizar un diagnóstico sobre el manejo del reciclaje de vehículos y desechos sólidos en el país.
- Desarrollar un plan de tratamiento de desechos sólidos del vehículo

1.3. ALCANCE

1.3.1. Delimitación temporal

El presente proyecto se va a llevar a cabo durante el año 2010 - 2011.

1.3.2. Delimitación Geográfica

El tema de estudio será aplicado fuera del perímetro urbano del distrito metropolitano de Quito pero tiene un alcance o aplicabilidad universal, es decir que se puede aplicar a nivel mundial el estudio y su aplicación.

1.3.3. Delimitación del contenido

Se realizará un estudio sobre el reciclaje total de vehículos hasta llegar a diseñar un plan que permita el reciclaje total del vehículo de manera que a través de la presente guía el lector podrá realizar el tratamiento adecuado a los vehículos, optimizando el uso de los materiales y disminuyendo la contaminación.

Por tanto la tesis abarcará los siguientes contenidos:

- Aspectos generales
- Marco Teórico

- Tratamiento de desechos sólidos aplicados a los vehículos
- Plan de tratamiento de desechos

La meta final del presente estudio será el de presentar las maneras para lograr un reciclaje completo del vehículo, dentro de las posibilidades actuales, que puede ser aplicables a nivel del Ecuador.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. CONTAMINACIÓN AMBIENTAL

Se denomina contaminación ambiental a la presencia en el ambiente de cualquier agente (físico, químico o biológico) o bien de una combinación de varios agentes en lugares, formas y concentraciones tales que sean o puedan ser nocivos para la salud, la seguridad o para el bienestar de la población, o bien, que puedan ser perjudiciales para la vida vegetal o animal, o impidan el uso normal de las propiedades y lugares de recreación y goce de los mismos. La contaminación ambiental es también la incorporación a los cuerpos receptores de sustancias sólidas, líquidas o gaseosas, o mezclas de ellas, siempre que alteren desfavorablemente las condiciones naturales del mismo, o que puedan afectar la salud, la higiene o el bienestar del público.

2.1.1. Efectos de la contaminación ambiental

Expertos en salud ambiental y cardiólogos de la Universidad de California del Sur (EE.UU.), acaban de demostrar por primera vez lo que hasta ahora era apenas una sospecha: la contaminación ambiental de las grandes ciudades afecta la salud cardiovascular. Se comprobó que existe una relación directa entre el aumento de las

partículas contaminantes del aire de la ciudad y el engrosamiento de la pared interna de las arterias (la "íntima media"), que es un indicador comprobado de aterosclerosis.

El efecto persistente de la contaminación del aire respirado, en un proceso silencioso de años, conduce finalmente al desarrollo de afecciones cardiovasculares agudas, como el infarto. Al inspirar partículas ambientales con un diámetro menor de 2,5 micrómetros, ingresan en las vías respiratorias más pequeñas y luego irritan las paredes arteriales. Los investigadores hallaron que por cada aumento de 10 microgramos por metro cúbico de esas partículas, la alteración de la pared íntima media de las arterias aumenta un 5,9 %. El humo del tabaco y el que en general proviene del sistema de escape de los autos producen la misma cantidad de esas partículas. Normas estrictas de aire limpio contribuirían a una mejor salud con efectos en gran escala.

Otro de los efectos es el debilitamiento de la capa de ozono, que protege a los seres vivos de la radiación ultravioleta del Sol, debido a la destrucción del ozono estratosférico por Cl y Br procedentes de la contaminación; o el calentamiento global provocado por el aumento de la concentración de CO₂ atmosférico que acompaña a la combustión masiva de materiales fósiles. Lastimosamente los empresarios y sus gobiernos no se consideran parte de la naturaleza ni del ambiente que le rodean, ni toman ninguna conciencia de los daños que hacen al planeta, e indirectamente a sí misma, al mismo ritmo con que los produce; salvo el retirar sus contaminantes de sus regiones.

- Deteriora cada vez más a nuestro planeta.
- Atenta contra la vida de plantas, animales y personas.
- Genera daños físicos en los individuos.
- Convierte en un elemento no consumible al agua.
- En los suelos contaminados no es posible la siembra.¹

2.1.2. Tipos de contaminación ambiental

2.1.2.1. Contaminación del agua

Es la incorporación al agua de materias extrañas, como microorganismos, productos químicos, residuos industriales, y de otros tipos o aguas residuales. Estas materias deterioran la calidad del agua y la hacen inútil para los usos pretendidos.

2.1.2.2. Contaminación del suelo

Es la incorporación al suelo de materias extrañas, como basura, desechos tóxicos, productos químicos, y desechos industriales.

La contaminación del suelo produce un desequilibrio físico, químico y biológico que afecta negativamente las plantas, animales y humanos.

¹ SCOTT, Michel. Ecología. Colección Oxford Joven, Barcelona, Ediciones EDEBE, 1995.

2.2.2.3. Contaminación del aire

“Es la adición dañina a la atmósfera de gases tóxicos, CO, u otros que afectan el normal desarrollo de plantas, animales y que afectan negativamente la salud de los humanos”.²

2.1.3. Actividades económicas y contaminación ambiental

Las actividades económicas son parte esencial de la existencia de las sociedades, ellas permiten la producción de riquezas, el trabajo de los individuos y generan los bienes y servicios que garantizan su bienestar social. Las actividades económicas son cada día más complejas y requieren del uso y tecnologías más avanzadas, con el objeto de mantener la productividad competitiva en un mercado cada vez más exigente. En la actualidad, muchas actividades económicas son fuente permanente de contaminación.

De esta forma se presenta la necesidad de mantener y ampliar las actividades económicas por el significado social que ellas tienen en la generación de riquezas; pero al mismo tiempo se debe tomar conciencia sobre la contaminación ambiental

² METCALf & EDDY, Inc. Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. McGraw-Hill, 1996.

que éstas causan, para buscar soluciones y mantener el equilibrio ecológico y ambiental.³

2.2. RESIDUO

Según la legislación del Ecuador, un residuo es “.... Todo sólido no peligroso, putrescible o no putrescible, con excepción de excretas de origen humano o animal. Se comprende en la misma definición los desperdicios, cenizas, elementos del barrido de calles, desechos industriales, de establecimientos hospitalarios no contaminantes, plazas de mercado, ferias populares, escombros, entre otros.”⁴

2.2.1. Clasificación de los residuos

De manera general y de acuerdo al origen de los residuos, la basura puede agruparse en tres categorías: basura orgánica, basura inorgánica y basura sanitaria.

³ ENKERLIN, Ernesto C.; CANO, Gerónimo; GARZ Raúl A.; VOGEL, Enrique. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. Internacional

⁴ Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria. Libro VI: De la Calidad del Ambiente. Anexo 6: Norma de Calidad Ambiental para el Manejo y Disposición Final de Desechos sólidos no peligrosos. Art. 2.

2.2.1.1. Residuos orgánicos

Se genera de los restos de los seres vivos, como plantas y animales. Algunos ejemplos, son: cáscaras de frutas y verduras, cascarones de huevo, restos de alimentos, huesos, papel y telas naturales como la seda, el lino y el algodón. Este tipo de basura es biodegradable.

2.2.1.2. Residuos inorgánicos

Proviene de minerales y productos sintéticos, como ejemplo se tiene: metales, plásticos, vidrio, cristal, cartón plastificado y telas sintéticas. Dichos materiales no son degradables.

2.2.1.3. Residuos sanitarios

Aunque en sus componentes hay basura de origen orgánico e inorgánico, en esta categoría se incluyen materiales que independientemente a su origen, fueron utilizados para realizar curaciones médicas o higiénicas. Como ejemplo, se puede mencionar: gasas, jeringas, vendas o algodón, papel higiénico, toallas sanitarias, pañuelos y pañales desechables, entre otros.⁵

⁵ TCHOBANOGLOUS, George. Gestión Integral de Residuos sólidos, 1era Edición. Mc Graw Hill. Interamericana de España, 1994.

Desde el punto de vista ecológico, se habla de dos tipos de residuos: los elementos biodegradables y los no biodegradables.

2.2.2.4. Residuos biodegradables

Se consideran biodegradables a aquellos residuos que pueden ser descompuestos por la acción natural de organismos vivos, como lombrices, hongos y bacterias, principalmente.

Este fenómeno permite que los elementos que forman tales residuos queden disponibles para su nueva incorporación a la naturaleza de una manera útil. Sin embargo, el problema con este tipo de residuos se presenta cuando su cantidad excede la capacidad de descomposición natural en un sitio determinado, como es el caso de los tiraderos no controlados.

Como se ha mencionado, este tipo de residuos (basura orgánica) se deriva de fuentes orgánicas; estas son aquellas que se originan de los restos de los seres vivos.

2.2.2.5. Residuos no biodegradables

Son aquellos que no pueden ser degradados o desdoblados naturalmente; o bien, si esto es posible sufren una descomposición demasiado lenta. Este factor los hace

más peligrosos que los anteriores, ya que su acumulación en la naturaleza es progresiva.

Su composición depende de un gran número de parámetros, como por ejemplo el nivel y modo de vida, la época del año, el clima y el tamaño de la población; contienen en general materiales combustibles, materiales inertes y materiales fermentables y putrescibles.

2.2.2.6. Residuos Sólidos Urbanos

Los RSU comprenden los residuos domésticos particulares, los procedentes de la actividad comercial e industrial, los procedentes de actividades sanitarias, los originados de la limpieza viaria, de zonas recreativas y zonas verdes, así como animales muertos, muebles, enseres, vehículos, y los procedentes de los procesos de demolición y de la construcción⁶.

En una ciudad los RSU están compuestos de un 38,56% de materia orgánica putrescible, un 4,79% de residuos inertes, un 3,45% de residuos voluminosos, un 0,85% de residuos peligrosos del hogar, un 12,84% de envases ligeros, un 7,75% de

⁶ CEPIS. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Washington D.C. EE.UU. 1998.

vidrio y un 27,88% de papel-cartón; el resto se compone de residuos no asimilables a ninguna de las anteriores categorías⁷.

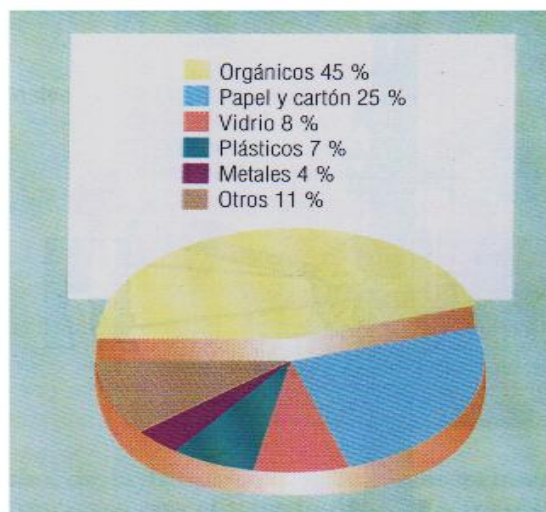


Gráfico 2.1. Residuos sólidos

Fuente: <http://residuossolidosurbanos.wordpress.com/>

Por lo que respecta a los residuos domésticos su composición en términos medios puede asignarse en un 47% a materia orgánica, un 21% a papel y cartón, un 9% a plásticos de todo tipo, un 7% a vidrios, un 4% a metales y el 12% restante corresponde a otros materiales⁸.

⁷ CEPIS. Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Washington D.C. EE.UU. 1998.

⁸ ACURIO, Guido, OPS, BID. Diagnóstico de la situación de residuos sólidos, municipales en América Latina y el Caribe. Washington D.C. EE.UU. 1997.

2.2.2.7. Residuos Industriales

Los productos contaminantes generados por la industria se producen en tres estados: sólido, líquido y gaseoso, lo cual puede contaminar los tres medios: atmósfera, agua y suelo.

El tratamiento de los mismo, lo que hace en ocasiones, es trasladar la contaminación de un medio a otro. La clase de residuos producido depende del tipo de industria de origen; una vez estudiada su naturaleza, se debe elegir un tratamiento adecuado.

En nuestro país, como en todo el mundo, las industrias producen demasiados desechos que muchas veces no son adecuadamente tratados.

Se hace referencia a los movimientos entre los cuatro ecosistemas: atmósfera, hidrósfera, litósfera, y biosfera que constituyen el medio ambiente como *transferencias de interface*. Las transferencias de interface de agua y oxígeno son deseables, mientras que las de dióxido de sulfuro y DDT son generalmente indeseables. Los montos de transferencia son importantes y su magnitud puede también afectar su permanencia en el ambiente. Los procesos naturales que promueven estos intercambios están siempre presentes y son responsables por la

magnitud y dirección de los intercambios, tanto de los deseables como de los indeseables.⁹

Una vez que un químico entra a una de las fases móviles (aire o agua), se dispersa rápidamente debido a los movimientos del fluido (*transferencia de masa interfásica, difusión o dispersión*). La transferencia de masa interfásica es importante para el movimiento de los químicos sintéticos entre las distintas fases del ecosistema. Las personas y otros organismos que constituyen la biosfera residen, en diversos grados, de las otras tres esferas.

2.2.2. Proceso de Gestión de Residuos

Un proceso de Gestión de Residuos debe estar orientado a minimizar primeramente los mismos; en segundo lugar a efectuarles el tratamiento si es posible, o reciclado; y por último, si no se pueden tratar o reciclar, disponer los mismos en lugares adecuados y seguros.

2.2.2.1. Minimización

Hay varias formas de minimizar un residuo:

2.2.2.1.1. Reducción en origen

⁹ ACURIO, Guido, OPS, BID. Diagnóstico de la situación de residuos sólidos, municipales en América Latina y el Caribe. Washington D.C. EE.UU. 1997.

Consiste en reducir o eliminar la generación de residuos mediante gestión de inventario o modificación de procesos de producción.

2.2.2.1.2. Reducción de volumen

Incluye técnicas que permiten la separación de unos residuos de otros. Se puede hacer por:

- Segregación: Separación de los distintos flujos de residuos generalmente en su origen.
- Concentración: Reducción del volumen mediante un tratamiento físico.

2.2.2.1.3. Reciclaje y Recuperación

- Reciclaje: Consiste en la reutilización del residuo en el mismo proceso que lo ha producido, ya sea directamente o mediante un tratamiento previo.
- Recuperación: Se basa en la utilización del residuo generado en otro proceso distinto del que lo ha producido, este se podrá introducir en el nuevo proceso directamente o mediante algún tratamiento previo.

2.2.2.2. Operaciones de Eliminación

Los tipos de tratamiento se dividen en dos grupos:

Operaciones que no pueden conducir a la recuperación de recursos, el reciclado, la regeneración, la reutilización directa u otros usos:

- Depósito dentro o sobre la tierra (por ejemplo rellenos, etc.).
- Tratamiento de la tierra (por ejemplo biodegradación de desperdicios líquidos o fangosos en suelos, etc.).
- Rellenos especialmente diseñados (por ejemplo vertidos en compartimientos estancos, separados, recubiertos y aislados unos de otros y del ambiente).
- Tratamiento biológico que dé lugar a compuestos o mezclas finales que se eliminen mediante cualquiera de las operaciones indicadas en este grupo.
- Tratamiento fisicoquímico que dé lugar a compuestos o mezclas finales que se eliminen mediante cualquiera de las operaciones indicadas en este grupo (por ejemplo evaporación, secado, calcinación, neutralización, precipitación, etc.)
- Incineración en la Tierra o en el mar.
- Depósito permanente (por ejemplo, colocación de contenedores en una mina, etc.).
- Combinación o mezcla con anterioridad a cualquiera de las operaciones indicadas en este grupo.
- Re empaque con anterioridad a las operaciones indicadas en este grupo.

- Almacenamiento previo a cualquiera de las operaciones indicadas en este grupo¹⁰.

Operaciones que pueden conducir a la recuperación de recursos, el reciclado, la regeneración, la reutilización directa y otros usos:

- Utilización como combustible (que no sea en la incineración directa) u otros medios de generar energía.
- Recuperación o regeneración de disolventes.
- Reciclado o recuperación de sustancias orgánicas que no se utilizan como disolvente.
- Reciclado o recuperación de metales y compuestos metálicos.
- Reciclado o recuperación de otras materias inorgánicas.
- Regeneración de ácidos o bases.
- Recuperación de componentes utilizados para reducir la contaminación.
- Recuperación de componentes provenientes de catalizadores.
- Regeneración u otra reutilización de aceites usados.
- Tratamiento de suelos en beneficio de la agricultura o el mejoramiento ecológico.
- Utilización de materiales residuales resultantes de cualquiera de las operaciones numeradas anteriormente.

¹⁰ ESTRUCPLAN CONSULTORA S.A. Salud, seguridad y medio ambiente en la industria. Buenos Aires – Argentina.

- Intercambio de desechos para someterlos a cualquiera de las operaciones numeradas anteriormente.
- Acumulación de materiales destinados a cualquiera de las operaciones indicadas en este grupo.¹¹

2.2.3. Reciclaje

Una buena gestión de los residuos sólidos debe favorecer el reciclaje y la utilización de materiales recuperados como fuente de energía o materias primas, a fin de contribuir a la preservación y uso racional de los recursos naturales.

2.2.3.1. Teoría de las tres R's.

La teoría de las tres R's consta de tres conceptos de fácil entendimiento y ejecución, estos son:

- Reducir.
- Reutilizar.
- Reciclar.

¹¹ ESTRUCPLAN CONSULTORA S.A. Salud, seguridad y medio ambiente en la industria. Buenos Aires – Argentina.

Para cada uno de estos conceptos se tienen varias bases que se deben conocer, así¹²:

Reducir: Reduzca o rechace los productos que le entregan con más empaques del que realmente necesita, prefiera empaques y productos elaborados con materiales reciclados o reciclables; a menor cantidad de materiales consumidos, menor cantidad de residuos a disponer.

Reutilizar: Es dar un uso diferente a un bien al que inicialmente tenía, por ejemplo, envases de licor para envasar blanqueador o combustible. Por ejemplo, utilice el papel por las dos caras antes de reciclarlo.

Reciclar: Es el proceso mediante el cual se transforman los residuos sólidos recuperados en materia prima para la elaboración de nuevos productos. El reciclaje de los desechos es un proceso que debe tener en cuenta:

- Separar la basura en desechos orgánicos e inorgánicos.
- Clasificar los componentes inorgánicos en papel, cartón, plástico, vidrio y metales.
- Procesar cada material de desecho con un tratamiento adecuado.

¹² ACEVES, F.J. ¿3 "R" O 7"R"?, en Reducción y Reciclaje de Residuos Sólidos Municipales. C. Hernández y S. González Editores. PUMA. México. 1997.

2.2.3.2. Características de algunos materiales reciclables

A continuación se describe los materiales que pueden ser reciclables dentro subdividiéndoles en 7 categorías¹³.

A. Papel y cartón reciclables:

- Papel blanco de todo tipo sin ser usado
- Papel blanco de todo tipo sin arrugar
- Papel blanco de todo tipo usado
- Cartón corrugado
- Papel mixto: Revistas, suplementos de periódicos, papel de color, de regalo, papel reciclado de oficina.
- Periódicos.

B. Papel y cartón no reciclables:

- Todos los papeles sucios.
- Papel diamante y papel mantequilla.
- Papel o cartón encerado.
- Papel o cartón plastificado.

¹³ ACEVES, F.J. ¿3 "R" O 7"R"?, en Reducción y Reciclaje de Residuos Sólidos Municipales. C. Hernández y S. González Editores. PUMA. México. 1997.

- Papel carbón.
- Papel de fotografía.
- Papel con tintas no solubles en agua.

C. Vidrio reciclable

- Botellas de bebidas, medicamentos, perfumes, colonias y de aceite clasificados por colores (ámbar, verde, blanco).
- Vidrio roto, se entrega separado por kilo y por color.

D. Vidrio No reciclable

- Vidrio (roto) de auto (parabrisas).
- Vidrio (roto) de ventana.
- Espejos.
- Neón y fluorescentes.
- Lozas y vajillas (que no son de vidrio).
- Pantallas de televisor

E. Plásticos Reciclables:

De los plásticos actualmente se reciclan:

- Botellas retornables PET (nº 1)
- Botellas no retornables PET (nº 1)
- PVC (nº 3)
- PEBD (nº 4) y PEAD (nº 2)
- PP Polipropileno (nº 5).
- PS: Poliestireno nº 6).

F. Metales Reciclables

- **Metales ferrosos.**
 - Chatarra pesada: equipos, estructuras, planchas, rieles.
 - Chatarra de acero: tubos, ventanas, puertas.
- **Metales No Ferrosos**
 - Aluminio, cobre, bronce.

G. Otros materiales Reciclables:

- Los envases Tetrapack como materiales de prefabricados.
- El Icopor como aislante de ruido en muros disuelto con sustancias químicas actúa como impermeabilizante y pegante de superficies granulares.

- Cajas de huevos en buen estado y limpias pueden ser reutilizadas.

2.3. VEHÍCULOS FUERA DE USO

Se denomina vehículos fuera de uso a los vehículos creados por los fabricantes y que los utilizan usuarios hasta agotar su vida útil.

2.3.1. Contaminación por Vehículos Fuera de Uso

Los problemas ambientales actuales por la falta de conciencia ciudadana y la ausencia de una normativa integral que tome en serio el asunto han hecho que los ríos se contaminen, que las tierras cultivables se pierdan y que los aires sean irrespirables en algunas ciudades.

A su vez, las llamadas fuentes móviles como el automóvil agravan el problema, a pesar de las medidas de revisión tecno-mecánica.

Al término de su vida útil, los vehículos van a parar, en el mejor de los casos, a la intemperie en parqueaderos o terrenos baldíos con una segunda consecuencia más perversa: contaminación por negligencia.

En el mundo, el automóvil fuera de uso es considerado un residuo peligroso porque los materiales con que se fabrica, o son altamente contaminantes, o duran mucho tiempo en degradarse. Es el caso de los lubricantes, de los que una sola gota contamina galones de agua; o de los plásticos, ya que un elemento fabricado con este material necesita de un milenio para ser absorbido por la naturaleza.¹⁴

2.3.2. Gestión de los Vehículos Fuera de Uso

Actualmente el ciclo de vida de un vehículo se caracteriza, por la descomposición de los distintos agentes que intervienen.

- El fabricante, (garantías aparte) se desentiende formalmente del vehículo una vez que ingresa al concesionario.
- El concesionario, tan solo actúa de intermediario con el usuario, sobre quien cae toda la responsabilidad del vehículo una vez comprado.
- Durante la vida del vehículo, el usuario lleva a cabo operaciones de mantenimiento y reparación en talleres.¹⁵

¹⁴ BUSINESSCOL, Revista. Cesvi repuestos: el primer centro de tratamiento de vehículos fuera de uso. Colombia. 2011

¹⁵ CHICHARRO RODRÍGUEZ, Javier. El Automóvil como fuente de residuos: hacia una gestión medioambientalmente correcta. Centro de Experimentación y certificación de Vehículos. Madrid. 2003.

En estas tres fases se generan gran cantidad de residuos, tanto a nivel de piezas como de cambios de fluidos. El que esos residuos se traten adecuadamente o no dependen del taller. Actualmente hay una buena cantidad de talleres, así mismo hay gran variedad en la intensidad y eficacia de la gestión de los residuos. En términos absolutos, la cantidad de residuos generados durante la vida útil del vehículo es superior a la cantidad de residuos generados al finalizar la misma, hecho que habla de la importancia de controlar y mejorar el comportamiento medio ambiental de estas etapas¹⁶.

2.3.3. Tratamiento de los Vehículos Fuera de Uso (VFU)

El proceso de tratamiento de los VFUs comienza en el momento en que estos son entregados a un desguace donde se procede a la primera recuperación de algunos elementos y componentes. Como resultado de la operación anterior se obtienen componentes reutilizables o reciclables y carcasas de vehículos que constituyen la materia prima de la que se abastece la industria fragmentadora.

La industria fragmentadora se encarga de triturar el residuo y lo fragmenta, usando luego técnicas magnéticas más o menos avanzadas para separar el metal. El metal férnico separado es vendido generalmente a un alto horno, donde se reprocesa, es por ello que el porcentaje de reciclaje de metales en vehículos es alto. El metal no

¹⁶ Ibidem.

férrico también es aprovechado, con mayor o menor fortuna, especialmente el aluminio, que presenta dificultades técnicas para su separación compensadas por el alto valor del metal.¹⁷

Una vez separada la parte metálica, se encuentra la parte ligera (fracción ligera de fragmentación), plásticos, gomas, textiles, vidrios, etc., Este residuo acaba bien en vertedero o como fuel secundario en industrias cementeras, ya que su reciclado presenta problemas de momento no resueltas. La gran dificultad es la tremenda heterogeneidad de la mezcla, que hace de su separación en clases sea misión imposible, ya que cada fabricante emplea plásticos y componentes distintos en sus vehículos, con calidades y composiciones muy diferenciables. El otro gran problema a sumar a la dificultad técnica de reciclado, es la falta de un mercado competitivo para este tipo de materiales reciclados. No hay demanda para plásticos reciclados, ya que su alto coste hace casi inviable su venta posterior.

17 ALLEVATO, Hugo. Reciclaje de pilas y baterías. Aspectos Tecnológicos. Junio 2001

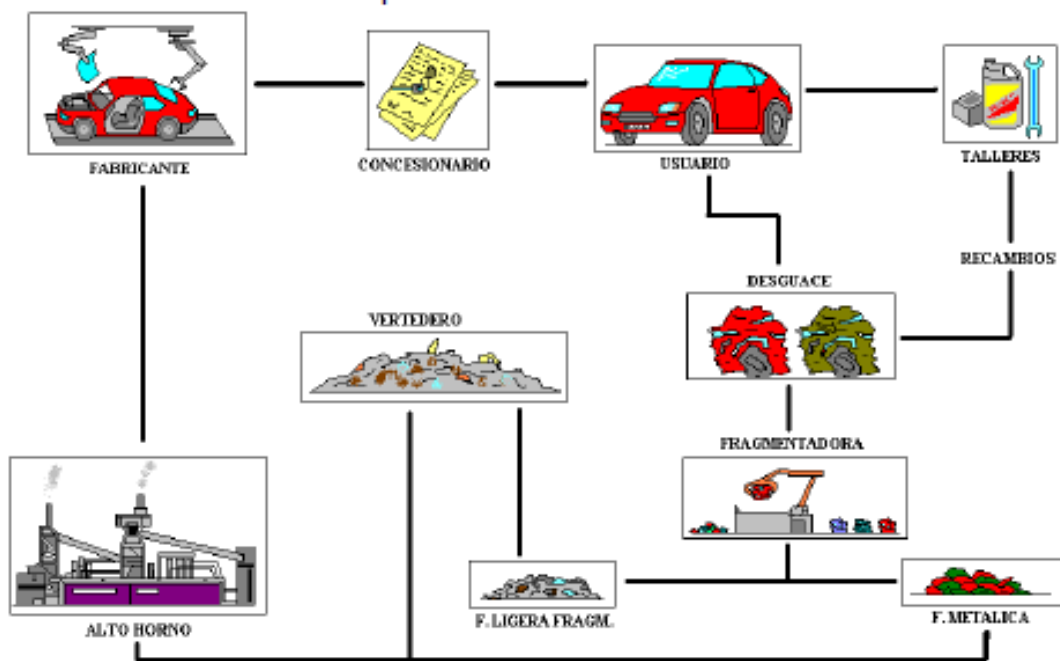


Gráfico 2. 2. Tratamiento de Vehículos Fuera de Uso

Fuente: ALLEVATO. Hugo, Reciclaje de pilas y baterías. Aspectos Tecnológicos. Junio 2001

A continuación se detalla los residuos peligrosos y no peligrosos que resulta del vehículo después de haber terminado su vida útil. Se consideran residuos peligrosos¹⁸:

- Aceites usados: En su mayoría son re generables o reciclables, aunque en la actualidad se suelen valorizar energéticamente.
- Filtros de aceite: Se obtiene de ellos aceite lubricante usado y papel.

¹⁸ COELLO, Gonzalo. Manejo y Control de Residuos Peligrosos. México: D.F., 2002.

- Baterías: Se puede obtener de ellas plomo y plástico, todos ellos reciclables. Los ácidos pueden ser reutilizados o neutralizados.
- Fluidos refrigerantes: Su extracción debe realizarse de forma controlada como primera operación de descontaminación previa al desguace. Posteriormente pueden ser purificados y reutilizados o reciclados.
- Carburantes: Se recuperan como combustible.

Se consideran residuos no peligrosos¹⁹:

- Plásticos: Aunque la mayoría son reciclables, el problema radica en la fabricación de los componentes del automóvil con distintos tipos de materiales plásticos, que pueden ser incompatibles entre sí de cara al reciclado conjunto.

Es necesario saber qué tipo de plástico se ha empleado en cada caso. Por ello, todos los coches nuevos desde enero de 1997 tienen la obligación de llevar una señal indicativa del tipo de material plástico utilizado.

- Neumáticos
- Vidrio: Reciclable para fabricar nuevas lunas para vehículos u otros usos.
- Cables y conductores: Reciclables como metales.
- Catalizadores: Reciclables como metales.

¹⁹ COELLO, Gonzalo. Manejo y Control de Residuos Peligrosos. México: D.F., 2002.

- Piezas de aluminio: Reciclables.
- Baños de zinc: Reciclables para el tratamiento superficial anticorrosivo del hierro.
- Fibras (madera, yute, celulosa, coco): Reciclables o valorizables energéticamente.
- Llantas y carrocerías: Reciclables mediante refundición.
- Transmisiones y otros componentes mecánicos del motor: En algunos casos reutilizables y en los demás reciclables.

2.3.4 Desensamblado selectivo de los Vehículos Fuera de Uso

Las operaciones de desensamblado selectivo de los Vehículos Fuera de Uso (VFUs), es un reflejo de la situación actual en la que dichas operaciones sólo son viables si se aplican a piezas con cierto peso y volumen como parachoques, depósitos de gasolina, paneles frontales o a partes fabricadas con un polímero de suficiente valor como las tulipas de faros y luces.

2.4. ENERGÍAS ALTERNATIVAS

A través de la historia, el ser humano ha ido creciendo en dependencia energética. Hoy en día es inimaginable la vida sin provisión de energía. Iluminación, calefacción, refrigeración, cocción de alimentos, transporte, comunicación, cada pequeña parte del mundo cotidiano está ligado a la energía.

Cuando se habla de energías alternativas se refiere a aquellas que a diferencia de las energías convencionales usan como fuente de generación recursos renovables y poseen una fuente prácticamente inagotable en relación al tiempo de vida del hombre en el planeta. Se producen de manera continua, no se agotan, y tienen su origen en los procesos ambientales y atmosféricos naturales: el viento, el sol, los cursos de agua, la descomposición de la materia orgánica, el movimiento de las olas en la superficie del mar y océanos, el calor interior de la tierra son fuentes de energías alternativas. La principal de estas energías es la solar, que se aprovecha en la actualidad mediante células que la transforman en electricidad. Se fabrican con silicio y se utilizan ya, además de en las naves y estaciones espaciales, en aplicaciones domésticas. Un sistema de células solares puede abastecer de energía a una vivienda y esta opción se utiliza sobre todo en aquellas regiones que el transporte de las formas convencionales de energía eléctrica a través de tendidos de cable resulta muy costoso debido a su aislamiento. Existen algunas centrales en diversos países que pueden producir electricidad conectada a la red general. Aunque el coste inicial de las instalaciones de energía solar resulta más elevado que el de las convencionales, tras unos pocos años de funcionamiento se amortiza y el consumo se realiza entonces de modo gratuito.

La energía solar también puede utilizarse mediante diversas tecnologías para el secado de productos agrícolas, refrigeración de productos perecederos, desalinización del agua y calentamiento de fluidos (agua, aceites, aire, etc).

La energía eólica cuenta con una vieja tradición en los molinos de viento, pero en los actuales dispositivos la energía obtenida no es mecánica sino también eléctrica. Los llamados parques eólicos consisten en una serie de grandes molinos de aspas alargadas que se sitúan en regiones donde los vientos sean más o menos constantes y de una determinada fuerza.

La energía geotérmica se basa en el propio calor de la superficie terrestre, cuya temperatura va aumentando con la profundidad. Para aprovechar este fenómeno se inyecta agua hasta una cierta profundidad, donde se calienta y asciende. Con intercambiador de calor, este aumento de la temperatura puede convertirse en energía eléctrica. De manera similar, se utilizan también aguas termales y géiseres. La gran fuerza del oleaje y de las mareas ha sido también objetos de estudios para su aprovechamiento. Para ello se han realizados proyectos que contemplan la instalación de grandes compuertas y turbinas en regiones de mareas muy vivas y que se situarían en lugares confinados como una bahía o similares. El cambio de dirección de las aguas movería dichas turbinas, con las que se generaría corriente eléctrica. Un principio similar es utilizado en los ríos para obtener energía hidroeléctrica, situando turbinas accionadas por la fuente de la corriente o bien creando una presa y aprovechando de este modo una corriente artificial permanente.

Dado el elevado costo de la energía renovable, su inserción en el mercado es lenta. Día a día, sin embargo, a medida que el costo de la energía convencional incrementa

y los yacimientos se agotan, las energías renovables van ganando espacio, y se convierten en ventajosa realidad. Las ventajas en el uso de este tipo de recursos es sustancial.

- Mínimo impacto sobre el medio ambiente.
- No generan residuos difíciles de tratar, ni gases contaminantes como lo hacen los combustibles fósiles.
- Son autóctonas, no hay importación. Hay una disminución de la dependencia energética.
- Los impactos que producen son pequeños, de fácil minimización.
- Generan puestos de trabajo en su construcción, mantenimiento y explotación. Instrumento para lograr un desarrollo de tecnología nacional.

2.5. MARCO CONCEPTUAL

2.5.1. Aditivos

Substancias agregadas en los plásticos antes, después o durante su procesamiento para modificar las propiedades o comportamiento de los plásticos.

2.5.2. Aluminio

Es un metal que se extrae de un mineral llamado bauxita mediante un proceso eléctrico. Es ligero, tenaz, dúctil y maleable, posee color y brillo similares a los de la plata. Se usa en las industrias eléctrica, aeronáutica, de los transportes, de la construcción y del utillaje doméstico.

2.5.3. Ambiente

Sistema constituido por factores naturales, culturales y sociales, interrelacionados entre sí, que condicionan la vida del hombre y que a su vez son constantemente modificados y condicionados por éste.

2.5.4. Aprovechamiento de los residuos

Conjunto de acciones cuyo objetivo es recuperar el valor económico de los residuos mediante su reutilización, re manufactura, rediseño, reciclado y recuperación de materiales secundarios o de energía.

2.5.5. Biodegradable

Sustancia que se descompone o desintegra con relativa rapidez en compuestos simples por alguna forma de vida como: bacterias, hongos, gusanos e insectos. Lo

contrario corresponde a sustancias no degradables, como plásticos, latas, vidrios que no se descomponen o desintegran, o lo hacen muy lentamente. Los órganos clorados, los metales pesados, algunas sales, los detergentes de cadenas ramificadas y ciertas estructuras plásticas no son biodegradables.

2.5.6. Centro de acopio, “Drop-off Center”

Un depósito dónde los consumidores traen los reciclables.

2.5.7. Centro de Reciclaje

Lugar donde se lleva a cabo la manufactura de productos utilizando materiales recuperados de la corriente de uso o residuos de los procesos de manufactura.

2.5.8. Centro de Tratamiento Integral de Residuos

Lugar donde los residuos se clasifican para su reciclaje, compostaje y eliminación a vertedero.

2.5.9. Chatarra

Restos producidos durante la fabricación o consumo de un material o producto. Se aplica tanto a objetos usados, enteros o no, como a fragmentos resultantes de la

fabricación de un producto. Se utiliza fundamentalmente para metales y también para vidrio. Todo vehículo de motor, remolque, transporte aéreo o marítimo entero o en partes, que no funcione y que haya sido abandonado.

2.5.10. Contaminación

Alteración reversible o irreversible de los ecosistemas o de alguno de sus componentes producida por la presencia o la actividad de sustancias o energías extrañas a un medio determinado.

Cuando se habla de contaminación ambiental se refiere al resultado de las acciones concretas que afectan el ambiente a partir de residuos principalmente de la actividad social, tanto doméstica como industrial. Estos residuos pueden ser clasificados en diferentes fuentes de origen: químico, físico y biológico.

2.5.11. Degradable

Estructura o compuesto que puede ser descompuesto bajo ciertas condiciones ambientales (biodegradable involucra la acción de microorganismos, fotodegradable implica la acción de la luz).

2.5.12. Desecho

Cualquier materia sólida, líquida, gaseosa o radioactiva que es descargada, emitida, depositada, enterrada o diluida en volúmenes tales que puedan, tarde o temprano, producir alteraciones en el ambiente.

2.5.13. Evaluación del Riesgo Ambiental

Proceso metodológico para determinar la probabilidad o posibilidad de que se produzcan efectos adversos, como consecuencia de la exposición de los seres vivos a las sustancias contenidas en los residuos peligrosos o agentes infecciosos que los forman.

2.5.14. Generación

La acción de producir residuos sólidos a través de procesos productivos o de consumo.

2.5.15. Gestión integral de los residuos

El conjunto articulado e interrelacionado de acciones y normas operativas, financieras, de planeación, administrativas, sociales, educativas, de monitoreo, supervisión y evaluación para el manejo de los residuos sólidos, desde su

generación hasta la disposición final, a fin de lograr beneficios ambientales, la optimización económica de su manejo y su aceptación social, respondiendo a las necesidades y circunstancias de cada localidad o región.

2.5.16. Incineración de residuos

Proceso de combustión controlada que transforma la fracción orgánica de los residuos sólidos en materiales inertes (cenizas) y gases. No es un sistema de eliminación total, pues genera cenizas, escorias y gases, pero supone una importante reducción de peso y volumen de los residuos originales.

2.5.17. Materia inerte

Vidrio (envases y plano), papel y cartón, tejidos (lana, trapos y ropa), metales (ferricos y no ferricos), plásticos, maderas, gomas, cueros, loza y cerámica, tierras, escorias, cenizas y otros. A pesar de que pueden fermentar el papel y cartón, así como la madera y en mucha menor medida ciertos tejidos naturales y el cuero, se consideran inertes por su gran estabilidad en comparación con la materia orgánica. Los plásticos son materia orgánica, pero no fermentable.

2.5.18. Material peligroso

Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico representa un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas.

2.5.19. Medio Ambiente

Marco animado e inanimado en el que se desarrolla la vida de los seres vivos. Abarca seres humanos, animales, plantas, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como los valores de estética, ciencias naturales e histórico culturales.

2.5.20. Mejora continua/optimización

Son ajustes a las variables involucradas en el proceso productivo para lograr la reducción de las emisiones, del consumo de materias primas y/energía.

2.5.21. Reciclaje

Proceso simple o complejo que sufre un material o producto para ser reincorporado a un ciclo de producción o de consumo, ya sea éste el mismo en que fue generado u otro diferente. Según la complejidad del proceso que sufre el material o producto

durante su reciclaje, se establecen dos tipos: directo, primario o simple; e indirecto, secundario o complejo.

2.5.22. Recogida selectiva

Recogida de residuos separados y presentados aisladamente por su productor. Acción de recolectar los residuos sólidos de manera separada en orgánicos, inorgánico y de manejo especial.

2.5.23. Recuperación

El proceso de obtener materiales o recursos de energía de residuos sólidos.

2.5.24. Residuo

Todo material en estado sólido, líquido o gaseoso, ya sea aislado o mezclado con otros, resultante de un proceso de extracción de la naturaleza, transformación, fabricación o consumo, que su poseedor decide abandonar.

2.5.25. Vertido

Deposición de los residuos en un espacio y condiciones determinadas. Según la rigurosidad de las condiciones y el espacio de vertido, en relación con la

contaminación producida, se establecen los tres tipos siguientes: v. controlado, v. incontrolado, v. semi controlado.

CAPÍTULO III

RECICLAJE DE DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS APLICABLE A LOS VEHÍCULOS

3.1. RECICLAJE DE DESECHOS SÓLIDOS Y LÍQUIDOS

Una idea relativamente reciente en la gestión de residuos ha sido, tratar el material de desecho como un recurso para ser explotado, en vez de simplemente como un problema que eliminar. Hay un número de métodos diferentes por los cuales los recursos pueden ser extraídos desde residuos: los materiales pueden ser extraídos y reciclados, o el contenido calorífico de los residuos puede ser convertido en electricidad.

El proceso de extraer recursos de los residuos se denomina de varias formas: recuperación de recursos secundaria, reciclaje, etc. La práctica de tratar materiales de desecho como un recurso se hace más común, sobre todo en áreas metropolitanas donde el espacio para nuevos vertederos se hace más escaso. Hay también un conocimiento creciente de que la eliminación sin más es insostenible a largo plazo, ya que hay un suministro finito de la mayor parte de materias primas. Hay

una serie de métodos de recuperación de recursos, con nuevas tecnologías y métodos que están siendo desarrollados continuamente.²⁰

En algunas naciones en desarrollo la recuperación de recursos todavía se realiza mediante mano de obra manual que tamiza la basura no segregada para recuperar el material que puede ser vendido en el mercado de reciclaje. Estos trabajadores no reconocidos son parte del sector informal, pero juegan un papel significativo en reducir los RSU (Residuos Sólidos Urbanos).

Hay una tendencia creciente en reconocer su contribución al Medio Ambiente y hay esfuerzos para intentar integrarlos en los sistemas de gestión de residuos formales, que son útiles tanto para ser rentables como para ayudar en el alivio de la pobreza urbana (empleo). Sin embargo, el alto coste humano de estas actividades incluyendo la enfermedad, los accidentes y la esperanza de la vida reducida por el contacto con materiales tóxicos o infecciosos no sería tolerado en un país desarrollado.²¹

3.1.1. Tratamiento de VFU

Los residuos de vehículos al final de su vida útil aparecen dentro de las siguientes categorías del CER²².

20 Guía sobre gestión de residuos en la industria alimentaria. Cooperativa Agro – alimentaria. Castilla La Mancha. Edición Octubre 2010.

21 DÍAZ, L.F. y SAVAGE G.M. Manejo Integral de los Residuos. El Impacto del Reciclaje. Cali. Colombia. 2011.

22 RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

- CER 16 01 Vehículos de diferentes medios de transporte (incluidas las máquinas no de carretera) al final de su vida útil y residuos del desguace de vehículos al final de su vida útil y del mantenimiento de vehículos (excepto los de los capítulos: 13, residuos de aceites y de combustible líquido; 14, residuos de disolvente, refrigerantes y propelentes orgánicos; los subcapítulos 16 06, pilas y acumuladores; y 16 08, catalizadores usados).
- CER 19 10 03* Fracciones ligeras de fragmentación y polvo (fluff – light) que contienen sustancias peligrosas
- CER 19 10 04 Fracciones ligeras de fragmentación y polvo (fluff – light) que no contienen sustancias peligrosas.

Un problema ambiental derivado de este tipo de residuo, es la contaminación de los suelos de los emplazamientos de almacenamiento y desguaces. Las personas están acostumbradas a ver al lado de las carreteras, emplazamientos donde existen pilas de coches amontonados. Estos sitios, de acuerdo a algunas normativas, deberán acondicionar el terreno para hacerlo impermeable y evitar así, la posible contaminación de los suelos.

El camino que sigue un vehículo, incluyendo el tratamiento que debe seguir un vehículo fuera de uso para su correcta gestión y tratamiento es el siguiente:²³

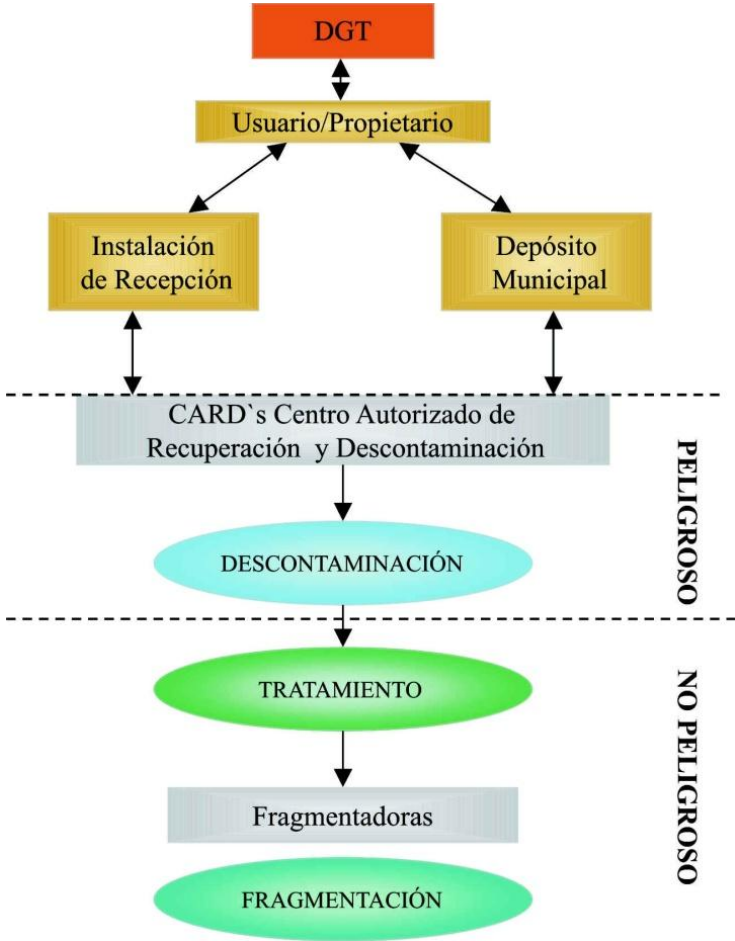


Gráfico 3. 1. Proceso de gestión y tratamiento de un vehículo

Fuente:<http://www.miliarium.com/monografias/VFU/Problematika/Problematika.asp>

Un vehículo al final de su vida útil, puede separarse en diferentes componentes, los cuales pueden ser reciclados, reutilizados o valorizados. A continuación se da una explicación de los diferentes caminos que pueden seguir dichos componentes.

23 Miliarium Aureum, S.L. 2004

3.1.1.1. Recambios o reutilización

El VFU entra en la cadena cuando llega al desguace, donde se recuperan algunos componentes del automóvil. Allí se extraen las partes que todavía mantienen un valor de mercado positivo, los recambios. El valor de los recambios de segunda mano depende de la edad del VFU, es mayor cuanto más nuevo sea el vehículo. Por eso los vehículos que se convierten en VFU tras un accidente son los más preciados por las deshuesadoras. Estos presentan la ventaja de que las piezas del motor y del chasis tienen un alto grado de reutilización.

El origen de la chatarra o las chatarras del automóvil presenta tres fuentes diferenciadas:



Gráfico 3. 2. Origen de la chatarra del Automóvil

Fuente: <http://www.miliarium.com/monografias/VFU/Problematika/Problematika.asp>

Según los estudios realizados en Europa, han estimado que un 20% del peso total del vehículo podría ser recuperado como recambio, aunque se han citado cifras mayores según el caso.

Después de la separación de los diferentes componentes del vehículo, se procede a la compactación. El siguiente paso consiste en vender el vehículo compactado a una fragmentadora para que lo triture hasta lograr una chatarra aceptable y que pueda ser utilizada por los Hornos de Arco Eléctrico (EAF).

3.1.2. Clasificación de los desechos

La mayoría de los "sub-residuos" generados por los vehículos, estarían incluidos en diferentes tipologías de residuos. Por ejemplo, los aceites usados, las baterías y filtros de aceites estarían dentro de los residuos peligrosos, siendo otras partes de los vehículos considerados como residuos no peligrosos, los cuales pueden ser reutilizados, reciclados o utilizados para valoración energética.

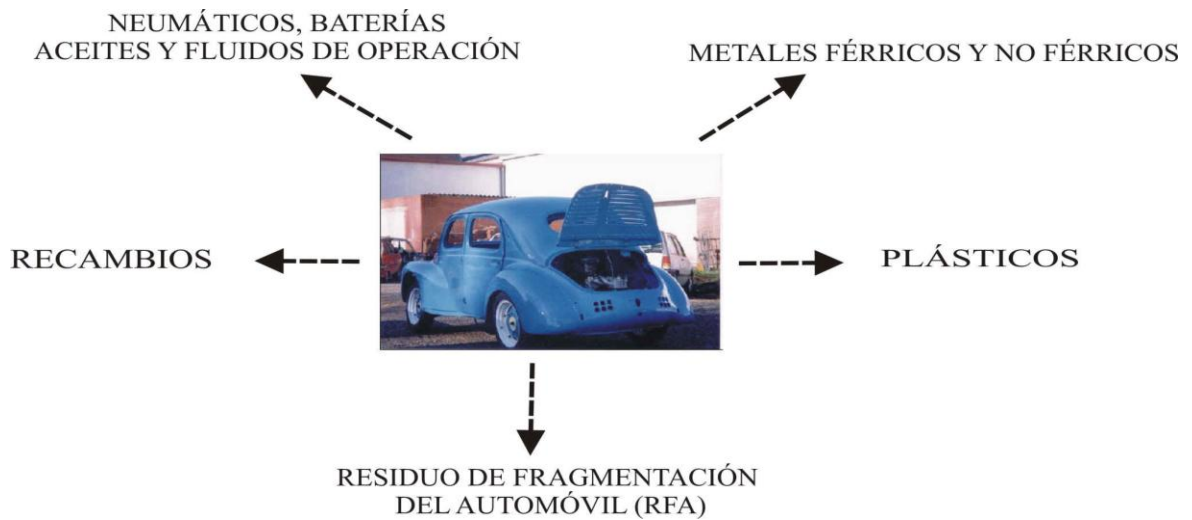


Gráfico 3. 3. Residuos Generados por los Vehículos.

Fuente: <http://www.miliarium.com/monografias/VFU/Problematika/Problematika.asp>

3.1.2.1. Desechos Sólidos (ferrosos y no ferrosos)

La chatarra de hierro de alta calidad es muy apreciada por la siderurgia de horno de arco eléctrico. En los años 60, el hierro constituía alrededor del 76% del vehículo, lo que hacía que las tasas de reciclaje fueran muy altas.

Con el paso de los años y la creciente carrera de la tecnología en el sector automovilístico ha hecho que aumente la presencia de los materiales no férricos en los coches. El material que más ha aumentado en proporción es el aluminio. En la actualidad la tasa de recuperación del aluminio contenido en los vehículos es del 95% y dos tercios del aluminio utilizado para la fabricación de los automóviles

proviene de la fusión secundaria del aluminio. Esto hace que "casi" se cierre por completo el ciclo del aluminio²⁴.

En principio, los VFU que llegan a las fragmentadoras son triturados y el resultado de la fragmentación se separa en:

- Hierro que se vende a las acerías de horno de arco eléctrico
- Fracción ligera conteniendo plásticos, fibras, textiles, goma etc. que van a vertederos o a cementeras como fuel secundario.
- Fracción pesada que contiene metales no férricos mezclados con residuos del tipo de la fracción ligera que no han sido separados por la aspiración en la fragmentadora²⁵.

Puede darse y de hecho se dan otro tipo de separaciones por ejemplo la separación manual de cobre y acero inoxidable entre otros materiales.

²⁴ RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

²⁵ RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

La fracción pesada sigue dos caminos dependiendo de si las instalaciones de fragmentación disponen de separadores de metales no férreos por corrientes de Foucault o no.

- Fragmentadoras sin separadores de metales no férreos por corrientes de Foucault, envía esta fracción pesada a una instalación única designada por el Gobierno. Allí se separan el aluminio y otros metales contenidos en esta fracción del resto de materiales ligeros utilizando medios densos para tal tarea. Estos últimos, de naturaleza muy similar a la de la fracción ligera, constituyen un residuo que en la actualidad va a vertedero.
- Fragmentadoras con separación por corrientes de Foucault, obtienen aluminio limpio el cual pueden venderse directamente a la fundición secundaria del aluminio. Sin embargo todavía les queda a estas fragmentadoras una fracción semi-ligera en la que hay metales y que se envía a la instalación de separación antes mencionada²⁶.

²⁶ RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

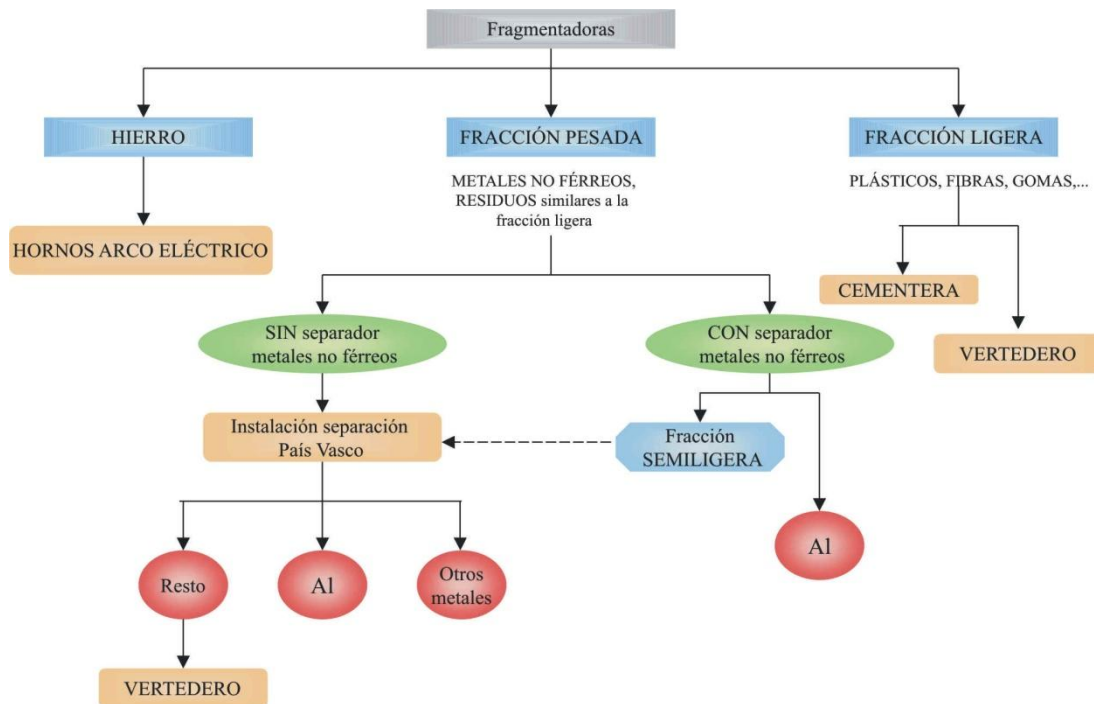


Gráfico 3. 4. Esquema de los pasos que siguen los residuos en una fragmentadora

Fuente: <http://www.miliarium.com/monografias/VFU/Problematika/Problematika.asp>

3.1.2.2. Plásticos

En los años 70, los automóviles estaban constituidos por un 80% de metal. En los años 90 esa proporción disminuyó hasta el 69%, duplicándose la presencia de los plásticos. Este aumento del plástico en los vehículos permite una disminución en el peso, lo que implica un menor consumo de combustible por kilómetro, y un abaratamiento de los costes de fabricación.

Algunos fabricantes de coches europeos están investigando para optimizar el reciclaje de “la nueva chatarra de plástico” que aparece durante la fabricación de componentes y piezas del automóvil. La búsqueda de un automóvil más fácilmente desmontable y la reducción en el número de polímeros utilizados aumentará la reciclabilidad de los plásticos en los VFU.²⁷

3.1.2.3. Neumáticos, baterías, aceites y fluidos de operación

En algunos países existe legalización sobre VFU, donde se exige la retirada de los neumáticos, baterías y catalizadores, además del drenaje de aceites y fluidos antes de continuar con el desguace, empaquetado, fragmentado y separación de los materiales.

Los neumáticos de los VFU representan sólo un 10% del total de los neumáticos usados (las últimas cinco ruedas). Una de las consecuencias de su separación durante la etapa de descontaminación supondrá una disminución en el contenido de goma del residuo de fragmentación del automóvil (RFA) y una ligera disminución del peso del vehículo. Los neumáticos fuera de uso (NFU) son uno residuos que hay que

²⁷ GARCÍA molina, Miguel Ángel. Situación y perspectivas del reciclado de vehículos y sus elementos. Reciclauto Navarra.

tratar de forma separada por su composición y las posibles aplicaciones que pueden tener.²⁸

3.1.2.4. Desechos líquidos

La recuperación de los fluidos operacionales (principalmente aceites de cárter, refrigerantes, líquidos de frenos, líquido de parabrisas, fuel residual) representa un elemento clave en la descontaminación del vehículo que redundará en una chatarra más limpia para las acerías y unos RFA menos problemáticos a la hora de tratar. El problema que plantean, es que los CARD`s tendrán que tener unas instalaciones adecuadas para almacenar residuos peligrosos (recipientes adecuados, distancia entre residuos, acondicionamiento del lugar de almacenamiento, etc.) y aparecerá en el tratamiento y gestión de estos residuos la figura del Gestor Autorizado.²⁹

3.1.2.5. Combustibles

El principal combustible que un vehículo genera es la gasolina por ser es un derivado refinado del petróleo, este combustible genera alta contaminación y emisiones de dióxido de carbono a la atmosfera.

²⁸ GARCÍA molina, Miguel Ángel. Situación y perspectivas del reciclado de vehículos y sus elementos. Reciclauto Navarra.

²⁹ Ibidem

3.1.2.6. Lubricantes

Los lubricantes que un automóvil genera son: aceites y líquidos usados, tales como valvulinas, líquidos o aceites hidráulicos, refrigerantes y sobre todo aceite de motor.

3.1.2.7. Fluidos hidráulicos

Los fluidos hidráulicos son un grupo extenso de sustancias que se usan en máquinas y equipos para transferir presión de un punto a otro. Tienen muchos usos diferentes, incluso como líquidos en transmisiones automáticas de vehículos, líquidos de frenos y servodirección. Los fluidos hidráulicos también se usan en tractores y otras maquinarias agrícolas, vehículos para levantar cargas, niveladoras y en otras maquinarias para la construcción y en aeroplanos. En la industria, se usan en máquinas para empujar, elevar, tirar, dar vuelta y sostener cosas. Este resumen cubre solamente tres de los muchos tipos de fluidos hidráulicos que existen: (1) aceite mineral, (2) ésteres organofosforados, y (3) polialfaolefinas.

Estos tipos son algunos de los que más se usan hoy en día. Los nombres registrados de los fluidos hidráulicos que se cubren en este resumen incluyen Durad®, Fyrquel®, Skydrol®, Houghton-Safe®, Pydraul®, Reofose®, Reolube® y Quintolubric®. Este resumen no cubre específicamente a los fluidos hidráulicos que se usan en automóviles.

Algunos fluidos hidráulicos tienen un aroma aceitoso suave, mientras que otros no tienen olor. Los fluidos hidráulicos de aceite mineral y polialfaolefinas son mezclas que contienen aceite y pueden incendiarse. Los fluidos hidráulicos «aceite en agua» (un tipo especial de aceite mineral) no se incendian porque contienen agua.

Los fluidos hidráulicos con ésteres organofosforados se manufacturan principalmente sin aceite y no se incendian a menos que se les aplique directamente una llama. Cuando la llama se remueve, estos fluidos dejan de arder. Debido a que no se incendian, este tipo de fluidos hidráulicos se usan en aeroplanos y en otros lugares en los que se debe evitar la presencia de gases.

Los fluidos hidráulicos de aceite mineral se producen a partir de petróleo crudo. Los fluidos hidráulicos con ésteres organofosforados y de polialfaolefinas son manufacturados. Todos los fluidos hidráulicos contienen muchos ingredientes que reducen el desgaste, hacen que el líquido fluya más fácilmente y lo hacen menos espeso cuando hace frío.³⁰

3.1.2.8. Fluidos varios

Entre los fluidos varios que se pueden encontrar en un vehículo son: líquidos (refrigerantes, aceites, líquidos de dirección o de frenos) como gaseosos (los del circuito de refrigeración).

³⁰ GARCÍA MOLINA, Miguel Ángel. Situación y perspectivas del reciclado de vehículos y sus elementos. Reciclauto Navarra.

3.1.3. Técnicas para la Gestión de Residuos

La gestión de los residuos urbanos, industriales y comerciales tradicionalmente han consistido en la recolección, seguido por la disposición. Dependiendo del tipo de residuo y el área, el proceso puede continuar con un tratamiento específico. Este tratamiento puede ser reducir su peligrosidad, recuperar material para el reciclaje, producir energía, o reducir su volumen para una disposición más eficiente.

Los métodos de recolección varían ampliamente entre países diferentes y regiones, y sería imposible describir todos ellos. Por ejemplo, en España existen desde el típico cubo de plástico que es recogido diariamente por un camión hasta un sistema de recolección neumática que aspira los desechos a una velocidad de 100 Km/h hasta un centro de transferencia donde es recogida por los medios de transporte convencionales. Muchas áreas, sobre todo aquellas menos desarrolladas, no tienen un sistema de recolección formal en el lugar.

Los métodos de disposición también varían extensamente. En Australia, el método más común de disposición de basura sólida son los vertederos, por ser un país grande con una densidad de población baja. Por el contraste, en Japón es más común la incineración, al ser un país pequeño y con escaso terreno libre.

3.1.3.1. Vertederos

La disposición en los vertederos es el método más tradicional de recogida de basura, y se mantiene como una práctica común en la mayor parte de países. Históricamente, los vertederos eran establecidos en canteras en desuso, minas abandonadas, etc. Un vertedero correctamente diseñado y bien gestionado puede ser un método higiénico y relativamente barato de eliminar materiales de desecho de una forma que reduce al mínimo su impacto sobre el entorno local. Vertederos más viejos, mal diseñados o mal gestionados pueden generar un impacto ambiental adverso como la basura arrastrada por el viento, la atracción de insectos, y la generación de lixiviados que pueden contaminar aguas subterráneas.

Las características de diseño de un vertedero moderno incluyen métodos de contener lechadas, como la arcilla o el plástico que raya el material. La basura es comprimida para aumentar su densidad y cubierta para prevenir atraer animales (como ratones o ratas) y reducir la cantidad de basura arrastrada por el viento.

Muchos vertederos también tienen un sistema de extracción de gas instalado después del cierre para extraerlo de los materiales en descomposición. El gas es bombeado fuera del vertedero usando tubos perforados y prendido o quemado en un motor de gas para generar la electricidad. Prender el gas es una mejor solución

ambiental que soltarlo directamente a la atmósfera, ya que esto consume el metano, que es un gas invernadero mucho más nocivo que el dióxido de carbono³¹.

Muchos ayuntamientos, sobre todo en áreas urbanas, han encontrado muy difícil establecer nuevos vertederos debido a la oposición de los propietarios de las parcelas colindantes. Pocas personas quieren un vertedero junto a su parcela. Por lo tanto, la recogida de residuos sólidos se ha hecho más cara ya que los desechos deben ser transportados más lejos para la disposición (o gestionado por otros métodos).

Este hecho, ha aumentado la preocupación por el impacto ambiental debido al excesivo consumo de productos, y ha dado lugar a grandes esfuerzos por reducir al mínimo la cantidad de desechos enviados al vertedero. Estos esfuerzos incluyen el reciclaje, convertir los desechos en energía diseñando productos que usen menos material y la legislación que confiere por mandato a que los fabricantes se hagan responsables de los gastos de disposición de productos y del embalaje. Por ejemplo en la ecología industrial, donde se estudian los flujos de materiales entre industrias, los subproductos de una industria pueden ser una materia útil a otra, lo que redonda en una disminución de los desechos finales.³²

³¹GUTIÉRREZ AVEDROY. V.J. Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos. Instituto Nacional de Ecología. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 2006.

³²Ibidem.

Algunos futuristas han especulado que los vertederos podrían ser algún día excavados: ya que algunos recursos se hacen cada vez más escasos, podría ser rentable excavar estos vertederos para obtener materiales que antes fueron desechados por carecer de valor. Una idea relacionada con esto es el establecimiento de un vertedero 'selectivo' que contiene sólo un tipo de desechos (por ejemplo neumáticos de vehículos), como un método de almacenaje a largo plazo.

3.1.3.2. Incineración

La incineración es un método de recogida de basura que implica la combustión de la basura a altas temperaturas. La incineración y otros sistemas de tratamiento a altas temperaturas son descritos como "tratamiento térmico". En efecto, la incineración de materiales de desecho convierte la basura en calor, emisiones gaseosas y ceniza residual sólida. Otros tipos de tratamiento térmico incluyen pirolisis y gasificación.

Una planta generadora de energía de residuos, o Waste-to-Energy (WtE), es un término moderno para un incinerador que quema desechos en un horno de alta eficacia para producir vapor y/o electricidad e incorpora sistemas de control de contaminación del aire modernos y monitores de emisión continuos. A veces llaman este tipo de incinerador una energía-desde-basura (energy-from-waste o EfW).

La incineración es popular en países como Japón donde la tierra es un recurso escaso. Suecia ha sido un líder en la utilización de energía generada por incineración

desde 1985. Dinamarca también hace un uso extensivo de la incineración WtE en generación de calor y electricidad que se utiliza para calefacción urbana.

La incineración se realiza tanto para una pequeña escala, como para una escala mayor como la industria. Es reconocido como un método práctico de eliminar ciertos materiales de desecho peligrosos (como los desechos biológicos de los hospitales), aunque esto sea un método polémico en muchos sitios debido a cuestiones como la emisión de residuos contaminantes gaseosos.³³

3.1.3.3. Tecnología Residuo Cero

Consiste en la construcción, puesta en marcha y gerenciamiento o auditoría de una Planta Procesadora para la disposición final de “Residuos Sólidos Urbanos” (R.S.U.). Los residuos sólidos urbanos, denominados únicamente residuos urbanos o municipales, en la nueva Ley de Residuos (Ley 10/1998, del 21 de abril, de Residuos) utilizando los mismos como insumos de un proceso productivo, en este caso, materiales para la construcción, pavimentación, obras de infraestructura, etc.

En dicha planta, los R.S.U. se preseleccionan según su composición. Por un lado, se apartan para su reciclado: metales, aluminio, vidrios, papel, cartón, plásticos, y por el

³³ GUTIÉRREZ AVEDROY. V.J. Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos. Instituto Nacional de Ecología. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 2006.

otro, aquellos R.S.U. susceptibles de ser transformados en materiales de construcción (orgánicos, escombros, maderas, gomas, etc.), mediante el método de *solidificación y estabilización de residuos*. La solidificación y estabilización se logra aplicando el sistema denominado micro encapsulado. Este último consiste en mezclar, amasar, moldear y conformar los R.S.U. no reciclables con un aglomerante que actúa como confinador a través de un proceso adecuado. Al producto obtenido mediante este proceso se lo denomina “Compound”. El mismo tiene igual o mejores características que sus similares para la obtención de materiales de construcción y a un costo sensiblemente menor³⁴.

3.1.3.4. Compostaje y digestión anaerobia

Los materiales de desecho que son orgánicos en la naturaleza, como las plantas, restos de alimentos, y productos derivados del papel, cada vez están siendo más reciclados. Estos materiales son puestos en un compost y/o sistema de digestión para controlar el proceso biológico, descomponer la materia orgánica y matar los patógenos. El material orgánico resultante es entonces el reciclado como paja o compost para agricultura.

Hay una gran variedad de métodos de compostaje, de digestión y tecnologías,

³⁴GUTIÉRREZ AVEDROY. V.J. Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos. Instituto Nacional de Ecología. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 2006.

variando desde el simple compost de plantas trituradas, a la digestión automatizada en un recipiente con basura variada. Estos métodos de descomposición biológica se distinguen como aerobios en métodos de compost o anaerobios en métodos de digestión, aunque existen híbridos que usan los dos métodos³⁵.

Pero de la digestión anaerobia el compost no es el único producto, los principales son el dióxido de carbono y el metano que terminan en la atmósfera, siendo los gases productores del efecto invernadero, dado que afectan la capa de ozono. Hay una gran responsabilidad en la sociedad sobre este asunto, aunque la realidad muestra ser un tema directamente ignorado desde este punto de vista. Sin embargo, se busca exigir en este sentido a las empresas, habiendo un largo camino por recorrer, persona a persona, familia por familia, casa por casa, para que la presión sobre las industrias sea tal, que no sea posible entrar en un mercado sino se prueba que realmente se trata de una producción MDL (Mecanismo de Desarrollo Limpio).

3.1.3.5. Tratamiento mecánico biológico

El tratamiento mecánico biológico (TMB) es un tipo de tecnología que combina la clasificación mecánica y el tratamiento mecánico biológico de los residuos. TMB también es llamado a veces Tratamiento Biológico Mecánico aunque esto

³⁵GUTIÉRREZ AVEDROY. V.J. Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos. Instituto Nacional de Ecología. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 2006.

simplemente se refiere al orden del tratamiento.

El elemento "clasificación mecánica" puede ser una cinta. Aquí se separan de ser residuos peligrosos como aceites, baterías de vehículos, etc., elementos reciclables de la cadena de residuos que pueden ser variados (como metales, plásticos y cristal) o los procesa para producir un combustible de alto poder calorífico, denominado Combustible Sólido Recuperado (CSR) que puede ser usado en hornos de cemento o centrales eléctricas. Los sistemas que son configurados para producir CSR incluyen HerhofandEcodeco.³⁶

También existe la forma de usar los residuos con alto valor calorífico directo como sustitución de combustible. Es una idea falsa común que todos los procesos de TMB producen CSR. No es así. Algunos sistemas como ArrowBio simplemente recuperan los elementos reciclables de la basura en una forma que luego pueden ser utilizados para el reciclaje. El tratamiento mecánico se refiere a la homogeneización de los desechos para su tratamiento biológico.

El elemento "biológico" se refiere a la digestión anaerobia o aerobia. En caso de puros desechos orgánicos se habla de compostaje. La digestión anaerobia degrada los componentes biodegradables de la basura para producir biogas. El biogas puede

³⁶GUTIÉRREZ AVEDROY. V.J. Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos. Instituto Nacional de Ecología. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 2006.

ser usado para generar energía renovable. Procesos más avanzados como el Proceso de ArrowBio permiten una gran producción de gas y energía verde sin la producción de CSR. Esto es gracias al procesamiento de los residuos en el agua.

Biológico también puede referirse a una degradación aerobia en que la parte orgánica de los residuos es tratada con microorganismos aeróbicos, eliminando así el potencial de peligro al medio ambiente y a la salud humana. Además por la degradación de los orgánicos a dióxido de carbono y vapor carece de biogás. Por la carencia total de biogás este proceso es muy recomendable para un mecanismo de desarrollo limpio. Con la combustión de la fracción con alto valor calorífico se puede producir energía verde en incineradoras especiales. Por la ausencia de alta tecnología se deja elaborar bonos de carbono en una forma segura y una inversión mínima.

3.1.3.6. Pirolisis y gasificación

La pirolisis y la gasificación son dos formas de tratamiento térmico en las que los residuos se calientan a altas temperaturas con una cantidad de oxígeno limitada. El proceso se lleva a cabo en un contenedor sellado a alta presión. Convertir el material en energía es más eficiente que la incineración directa, se genera energía que puede recuperarse y usarse, mucha más que en la combustión simple.

La pirolisis de los residuos sólidos convierte el material en productos sólidos, líquidos

y gaseosos. El aceite líquido y el gas pueden ser quemados para producir energía o refinado en otros productos como el carbón activado.

La gasificación es usada para convertir materiales orgánicos directamente en un gas sintético (syngas) formado por monóxido de carbono e hidrógeno. El gas se puede quemar directamente para producir vapor o en un motor térmico para producir electricidad. La gasificación se emplea en centrales eléctricas de biomasa para producir la energía renovable y calor.³⁷

3.2. RECICLAJE EN VEHÍCULOS FUERA DE USO

De acuerdo a algunos autores, los vehículos fuera de uso están dejando de ser un problema para convertirse una fuente de recursos (metales, plásticos, vidrios...).

De esta manera, los vehículos deben ser desaguazados y reutilizados sus componentes.

Especial atención merecen las baterías y aceites, que deben tener un tratamiento específico.

³⁷GUTIÉRREZ AVEDROY. V.J. Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos. Instituto Nacional de Ecología. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 2006.

3.2.1 Proceso de reciclaje de vehículos al final de su vida útil

Aceptación del vehículo: Evaluación del vehículo, expedición del certificado de destrucción.

Identificación del coche: Preparar documentación que acompañe al vehículo, determinar el alcance del trabajo de desmontaje, introducir datos en ordenador.

Se aprueba la fase inicial del proceso: Neutralizar elementos potencialmente inflamables, airbags, sensores de los cinturones de seguridad, tornillos de los bornes de la batería.

Procesamiento inicial del vehículo: Extraer líquidos operativos, sellar todos los orificios de salida de forma segura.

Líquidos operativos: tratamiento del aceite por especialistas en obtener aceites crudos.

Eliminación de sustancias peligrosas: Extracción de batería, carga calorífica latente, faros halógenos, etc., sustancias según anexo II de la legislación referente a vehículos al final de su vida útil.

Se aprueba el desmontaje

Comercialización de recambios usados

Desmontaje: Piezas de recambio utilizadas, materiales (el mínimo conforme a la legislación referente a vehículos al final de su vida útil).

Reciclaje de materiales

Se aprueba el compactado Chatarra

Eliminación de chatarra: Motor y transmisión, posiblemente ejes, chatarra Metales ferrosos.

Compactado: Se transporta a trituradora.

Proceso de trituración: Trituración, clasificación.

Metales no ferrosos: Separación del aluminio magnesio y cobre.

Trituración de residuos: Generación de energía.

Según el laboratorio del centro de desmontaje y reciclaje para la investigación e instalación de reciclaje del grupo BMW, se persigue un fin que es garantizar la mejora continua del proceso de reciclaje de vehículos en términos de rigurosidad, economía y compatibilidad con el medio ambiente, además de lograr el mayor grado posible en la capacidad de reciclado de los vehículos nuevos, incluyendo consideraciones de tipo medioambiental en los procesos de desarrollo.

El Grupo BMW creó una de las instalaciones líderes en el mundo en este campo: el Centro de Desmontaje y Reciclaje, o RDC, sus siglas en inglés. Este centro cuenta con una instalación de tratamiento autorizada y un laboratorio para investigación de base, trabajos de desarrollo y formación especializada.³⁸

3.2.2. Materiales potencialmente reciclables

El reciclaje de vehículos ganará importancia en los próximos años debido a que la escasez de materias primas requerirá que se aproveche casi la totalidad de los componentes de los automóviles, de los que actualmente se reutiliza un 85%.

³⁸ CIBIE RECYCLAGE S.A. Procedimiento de reciclaje de vehículos automóviles fuera de uso e instalación de reciclaje que emplea dicho procedimiento. Francia.

Cuando un vehículo antiguo llega a un desguace para ser destruido, se le extraen todos los líquidos y posteriormente se desmontan todos sus componentes, que se reservan como piezas de repuesto para otros automóviles o se reciclan.

Los restos de la carrocería se prensan o trituran y se convierten en chatarra, metales no féreos o desechos reciclables, que se pueden vender a la industria siderúrgica, metalúrgica o tratarse de nuevo para darles otros usos.

3.2.2.1. Recuperación de baterías

En primer lugar es necesario prever una zona para la recepción de las baterías, donde se puedan almacenar hasta su tratamiento sin riesgos de contaminación. Este almacenamiento previo es necesario como pulmón para corregir diferencias entre la capacidad de tratamiento y la llegada de las baterías, pues es frecuente que se tenga llegadas puntuales mayores que la capacidad de tratamiento diaria.

Este almacenamiento se realiza sobre una base de hormigón armado, de las dimensiones adecuadas a las previsiones, impermeabilizado mediante una pintura antiácida y con una ligera pendiente que conduzca los eventuales fluidos perdidos por rotura o apertura en los vasos al depósito general de tratamiento de residuos ácidos.

La primera operación a realizar es la trituración de las baterías, que se realiza con una trituradora de mandíbulas accionada por una moto reductora y construida en materiales resistentes a la corrosión.

La carga de la trituradora es manual, ya sea directamente o a través de una cinta transportadora.

La salida del material triturado es por la parte inferior de la trituradora, y la primera operación es su escurrido para separar el ácido. La fracción líquida pasa al depósito general de tratamiento de residuos ácidos.

Este depósito tiene capacidad para almacenar la totalidad de los líquidos producidos en un día de trabajo, y acabada la trituración de las baterías se procede a la neutralización del agua mediante cal y a la precipitación de las partículas mediante un coagulante. El agua ya neutralizada se decanta en el mismo depósito y es evacuada al depósito de agua de proceso. Los fangos decantados son secados mediante sacos filtrantes y llevados al vertedero, salvo que su análisis demuestre que es rentable el aprovechamiento de algún metal (caso infrecuente).

Los trozos de batería producidos en la trituradora son conducidos mediante una cinta transportadora al separador hidráulico, y en el trayecto son lavados con el agua de proceso obtenida anteriormente para evitar el arrastre de una ración ácida.

En el separador hidráulico una corriente de agua separa los metales de los plásticos.

Los metales son llevados al horno para la fusión y recuperación del plomo.³⁹

³⁹ EMISON. Recuperación de baterías. Barcelona – España.

CAPÍTULO IV

PLAN DE RECICLAJE TOTAL DE LOS VEHÍCULOS FUERA DE USO

4.1 OBJETIVO DEL PLAN

El presente estudio tiene como objetivo principal el realizar un estudio acerca del reciclaje de vehículos que han terminado su vida útil, y a través del mismo desarrollar un plan de tratamiento de todos los desechos, tanto sólidos como líquidos que permitan minimizar las consecuencias, e impactos para el medio ambiente y la salud de la población, lo cual finalmente se va a desarrollar en el presente capítulo y que representa la propuesta misma de la investigación.

El plan inicia mencionando las ventajas y principios del reciclaje de vehículos, donde se analiza tanto los aspectos del medio ambiente, así como las ventajas que se han podido encontrar a nivel de rentabilidad, pues muchas veces se piensa que una empresa de reciclaje solamente tiene beneficios al medio ambiente, pero en la práctica este tipo de empresa puede ser un negocio rentable y puede ser beneficioso en varios ámbitos.

Posteriormente se realizará un apartado donde se analice la clasificación de los elementos del vehículo y de ello la base para el posterior reciclaje completo de los componentes del vehículo.

Finalmente el estudio desarrolla el plan mismo de tratamiento del vehículo como un resumen, recopilación de la información previamente analizada y como una propuesta misma aplicada; la cuál debería ser la mejor manera de aprovechar el recurso de materia prima de los vehículos tanto en la reutilización de partes así como en el reciclado y desecho de las mismas con las mayores ventajas posibles, llegando a analizar cuál sería el tratamiento de cada uno de los diferentes materiales utilizados en el vehículo.

Esta propuesta presenta una gran diferencia con las denominadas deshuesadoras, pues en estas lo único que se hace es tener el vehículo como chatarra, no se hace ningún tratamiento de residuos peligrosos, solamente se vende las piezas que puedan tener aún vida útil. En la mayor parte de los casos, las mismas no se clasifican, además que contamina la tierra, no disminuyen el volumen y todo lo que queda sin venderse es un desecho, es decir es prácticamente el punto contrario de lo que se está proponiendo que es un trabajo organizado, controlado y estructurado, logrando reducir la contaminación y reutilizar los distintos materiales en un alto porcentaje.

4.1.1. Ventajas y principios del reciclaje de vehículos

Cuando se analiza las ventajas del reciclaje de vehículos es posible establecer que existen dos grandes ventajas claramente identificadas de acuerdo al análisis realizado, la primera es la posibilidad de evitar gran parte de la contaminación que se

produce y que en la actualidad se ha observado como uno de los problemas que enfrenta el planeta, contaminando en este caso el suelo, el agua e indirectamente el aire. El segundo aspecto es, que se ha podido identificar que el reciclaje de vehículos puede inclusive representar un negocio rentable, pues gran parte del material del mismo es posible reciclar permitiendo la venta de la chatarra clasificada o inclusive sin clasificar que permitirá un porcentaje importante de reutilización de la materia prima del vehículo logrando los dos objetivos previos.

Por tanto se puede resumir como ventajas del reciclaje las siguientes:

4.1.1.1. Ambientales.

- Se disminuye la explotación de los recursos naturales.
- Disminuye la cantidad de residuos con impacto ambiental negativo que no se descomponen fácilmente.
- Reduce la necesidad de los rellenos sanitarios y la incineración.
- Disminuye las emisiones de gases de invernadero.
- Ayuda a mantener el ambiente para el futuro.

1.4.1.2. Beneficios Sociales.

- Permite generar empleo.
- Apoya a la creación de una cultura social.

- Genera nuevos recursos para instituciones de beneficio social.

1.4.1.3. Beneficios Económicos.

- El material reciclable en gran mayoría es comercializable, con esto las empresas obtienen materia prima de excelente calidad, a menor costo y además de lograrse un ahorro de energía.⁴⁰

En relación a los beneficios económicos existe información que confirma que el reciclaje no solamente debe ser visto como un beneficio al medio ambiente, sino también como un negocio rentable, cabe mencionar el caso del empresario español que revolucionó el sector convirtiendo los cementerios de vehículos, donde se amontonaban los vehículos sin orden, en modernos centros de tratamiento, que aseguran una gestión ecológica del coche al final de su vida, empresa que se ha convertido en una máquina de reciclar cualquier componente de un automóvil y distribuirlo con su propia red comercial, donde actualmente 50 personas atienden un call center los perdidos de 50.000 talleres de toda España⁴¹.

40 MASERA, D. Hacia un consumo sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. PNUMA. México. 2002.

41 Reciclaje de partes de autos: una idea de negocio muy rentable, Por: A.Marimón: <http://diarioecologia.com/2010/08/reciclaje-de-partes-de-autos-una-idea-de-negocio-muy-rentable/#ixzz1Hvz4J1ja>

4.2. CLASIFICACIÓN DE LAS PARTES DEL VEHÍCULO SEGÚN SU COMPOSICIÓN



Gráfico 4. 1. Partes de un vehículo II

Fuente: <http://www.criandocuervos.com/?p=4096>

4.2.1 Materiales metálicos

Dentro de los materiales metálicos del vehículo es posible clasificarlos en metales ferrosos y no ferrosos, mismos que se detallan a continuación:

4.2.1.1 Materiales Ferrosos

Es el grupo de materiales más numeroso dentro de un vehículo (representa en torno a un 75% de este). El sector del reciclado de materiales férreos, está muy evolucionado (se consiguen reciclar el 95% de estos).

Los materiales ferrosos son los que más se utilizan en la industria automotriz y representan el 40% del peso del vehículo y el 98% del de la carrocería). Presenta importantes características diferenciadoras en términos de seguridad, respeto, y su reciclaje, una de las prácticas más antiguas. La creciente utilización de aceros de resistencia ultra-alta y calidades de nueva generación permite una reducción de peso de la carrocería que oscila entre el 25% y el 50%. Las principales materias primas de este metal son el metal de hierro, piedra caliza y carbón, todos ellos recursos limitados.

Distribución de (acero) en el vehículo

- El 98% de la carrocería (chasis, puertas, capos...)
- El 98% de elementos del motor (cabezote, bloque, pistones...)
- Elementos de rodaje (llantas, cajas de cambios...)
- Suspensiones

- Elementos de confort (asientos, aires acondicionados...) ⁴²

4.2.2. Metales no ferrosos

Existen materiales no ferrosos que se encuentran en altas concentraciones en un vehículo, como el aluminio 95%, magnesio. También existen otra serie de metales no férreos integrados en menor número. Son el caso del titanio(muy duro y resistente), se emplea en tortillería; el cobre se puede encontrar en los cableados y el zinc se utiliza para recubrir la carrocería antes de la pintura como parte importante del tratamiento anticorrosión. Platino, rodio o paladio son los metales más utilizados en los catalizadores. Gracias a sus características químicas es capaz de atrapar el hidrógeno procedente de la combustión; resultan muy útiles para controlar las emisiones contaminantes.

Distribución del aluminio en el vehículo

- Elementos del bastidor
- Elementos del motor (carter, culatas...)
- Elementos de confort (Asientos, interiores...)
- Elementos de rodaje (llantas...)

42 RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

- Elementos de la carrocería (capos, puertas, aletas...)

Distribución del magnesio en el vehículo

- Esqueletos de volantes
- Armazones de asientos
- Traviesa del salpicadero
- Cáster
- Llantas⁴³

4.2.3. Materiales no metálicos

Finalmente entre los materiales no metálicos se encuentran:

4.2.3.1. Plásticos

Este material se puede encontrar en muchas de las piezas de un automóvil y su uso crece anualmente. Actualmente un vehículo medio se compone de un 25-30% de materiales plásticos.

43 RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

4.2.3.1.1. Polipropileno

El polipropileno o PP es un plástico de desarrollo relativamente reciente. Es un material termoplástico incoloro y ligero. Además, es un material duro, y está tiene una buena resistencia al choque y a la tracción, tiene excelentes propiedades eléctricas y una gran resistencia a los agentes químicos y disolventes a temperatura ambiente.

4.2.3.1.2. El PVC

En la actualidad el PVC se emplea en paneles de puertas, tableros de mandos, cables eléctricos, juntas de ventanas, tapicerías, etc.

4.2.3.1.3. PMMA

Dentro de los plásticos de ingeniería se denomina PoliMetilMetAcrilato, también conocido por sus siglas.

Compite en cuanto a aplicaciones con otros plásticos como el policarbonato (PC) o el poliestireno (PS), pero el acrílico se destaca frente a otros plásticos transparentes en

cuanto a resistencia a la intemperie, transparencia y resistencia al rayado. Por estas cualidades es utilizado en la industria del automóvil.⁴⁴

Se utiliza para indicadores, reflectores, lentes del panel de instrumentos y espejos.

El uso de los plásticos en los automóviles crece del orden del 2,5-3% anual. En el momento actual un vehículo medio se compone de un 25-30% de materiales plásticos.

Lugares donde se encuentra el plástico en el vehículo

- Parachoques
- Cuadros de a bordo
- Capotas
- Asientos
- Paneles de las puertas
- Carrocerías
- Portamaletas
- Colectores de emisión de aire
- Correas

⁴⁴ RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

- Indicadores externos de luces
- Depósito de agua
- Tubos de todo tipo
- Depósitos de diversos fluidos
- Volantes Airbag

4.2.3.2. Caucho

En la actualidad, la utilidad principal de este material, son los neumáticos.⁴⁵

4.2.3.3. Vidrio

El vidrio es un material duro, frágil y transparente que ordinariamente se obtiene por fusión a unos 1.500 °C de arena de sílice (SiO₂), carbonato sódico (Na₂CO₃) y caliza (CaCO₃). El sustantivo "cristal" es utilizado muy frecuentemente como sinónimo de vidrio, aunque es incorrecto debido a que el vidrio es un sólido amorfo y no un cristal propiamente dicho. Los compuestos plásticos están sustituyendo al vidrio, pero éste todavía está presente en las lunas delantera y trasera, cristales

⁴⁵ RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

laterales y, en ocasiones, techos solares. Las investigaciones actuales trabajan en la sustitución de lunas traseras y laterales

4.2.3.4. Fibra de Vidrio

La fibra de vidrio (del inglés FiberGlass) es un material fibroso obtenido al hacer fluir vidrio fundido a través de una pieza de agujeros muy finos (espinerette) y al solidificarse tiene suficiente flexibilidad para ser usado como fibra (en el caso de la automoción, capos, puertas, paragolpes....., con resultados impecables)

4.2.3.5. Fibra de carbono

Se trata de uno de los materiales preferidos en el mundo deportivo, ya que es resistente y ligero. La fibra de carbono en los salpicaderos es sinónimo de deportividad. Pero no sólo se utiliza en piezas exteriores, si se combina con poliamida y poliéster, además se pueden fabricar piezas para el motor.

4.2.3.6. Cerámica

La cerámica generalmente se emplea como aislante ya sea térmico o eléctrico, se utiliza en frenos, en catalizadores y en sistemas eléctricos de control, como el circuito del alternador...⁴⁶

4.2.3.7. Líquidos y Gases

Existen varios líquidos que se utilizan en el vehículo, entre ellos, el aceite lubricante, el agua destilada de la batería, el líquido de frenos o el de dirección. Estos deben ser tratados con especial atención. Lo más importante de los líquidos que forman parte de un vehículo es su delicado reciclaje.⁴⁷

⁴⁶ RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

⁴⁷ Ibidem

4.2.4. Distribución total de un vehículo según sus materiales.

Tabla 4. 1. Distribución de un vehículo según sus materiales

MATERIAL	RANGO (%)	
Material Férrico	65	67,5
Aluminio	5,5	8
Plástico	9,1	10
Gomas	5,5	6
Otros materiales (Vidrio y fibras)	9	14
TOTAL	94,1	105,5

Elaborado por: Esteban Estrella, Paul Uriarte

4.2.5. Clasificación general de los materiales de un vehículo según el riesgo

Según RIMESA, Ecuador la clasificación de los materiales de un vehículo fuera de uso según el riesgo es la siguiente:

Tabla 4. 2. Materiales de un vehículo según el riesgo.

Peligrosos	
Aceites usados	Regenerables o reusables
Filtro de aceite	Aceite lubricante y papel
Baterías	Plomo, plástico
Ácidos de batería	Reutilizados o neutralizados
Fluidos refrigerantes	Control previo al desguace, purificados, reutilizados o reciclados
Carburantes	se recupera como combustible
No peligrosos	
Plásticos	Reciclable, Uso de luz infrarroja para detección de tipo de plástico
Neumáticos	Reciclable mediante fundición
Vidrio	Reciclable para fabricar nuevas lunas u otros vehículos
Cables y conductores	Reciclables como metales
Catalizador	Reciclables
Carrocería	Reciclable por medio de trituradora
Piezas de aluminio, acero, magnesio y otros metales	Reciclables mediante fundición
Transmisiones y componentes mecánicos del motor	Reutilizables y reciclables

Elaborado por: Esteban Estrella, Paul Uriarte

4.3. ESTRATEGIA DEL PLAN Y FORMA DE APLICARLO.

El plan general de reciclaje requiere de algunos aspectos que son comunes a cualquier proceso de reciclaje y procesos que dependen del tipo de reciclaje que se realiza. A continuación se analizará 3 tipos de reciclaje que se utilizan para los vehículos, dentro de los cuales se presenta el reciclaje total del vehículo que es el propuesto en el presente estudio, donde se detalla cada parte del reciclaje y como se debería realizar la aplicación del mismo en los vehículos:

4.3.1. CASO 1

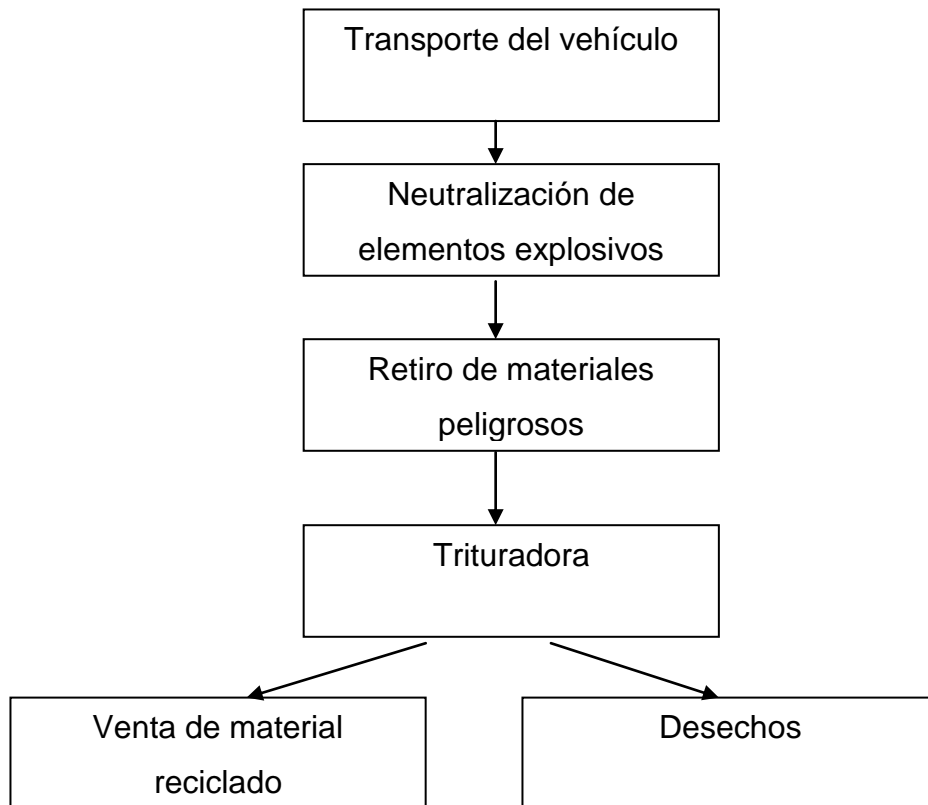


Gráfico 4. 2. Plan de Reciclaje de (VFU)

Elaborado por: Esteban Estrella, Paul Uriarte.

En el caso 1, como en todos los casos del reciclado, existe un primer paso luego de receptor el vehículo que es la neutralización de elementos explosivos que se detalla a continuación:

4.3.1.1. Neutralización de elementos potencialmente explosivos

Neutralizar elementos potencialmente inflamables, como son los airbags, pues los mismos tienen un dispositivo explosivo, que se activa en un caso de choque y el mismo puede activarse en un caso de reciclaje, pues es peligroso en cualquier caso. De igual manera se debe controlar los sensores de los cinturones de seguridad y aislar los tornillos de los bornes de la batería.

Como segundo paso, que de igual forma se debe considerar en cualquier caso del reciclaje del vehículo se encuentra el retiro de materiales peligrosos tanto para el medio ambiente, así como potencialmente inflamables.

4.3.1.2. Retiro de materiales peligrosos

Se consideran materiales peligrosos para el medio ambiente a los siguientes:

- Aceites usados
- Filtro de aceite
- Baterías

- Ácidos de batería
- Aceites lubricantes de caja de cambios
- Fluidos refrigerantes
- Combustible
- Líquido de amortiguadores

El retiro de los materiales peligrosos se lo hace generalmente solamente por gravedad al vaciar los depósitos que almacenan este tipo de fluidos, o manualmente con herramientas el retiro de baterías. En ciertos casos se requiere el uso de aire comprimido para la eliminación completa de los fluidos, especialmente en el caso del líquido de amortiguadores.

Luego de este proceso general utilizado en cualquiera de los casos del reciclaje, lo demás del vehículo va a las denominadas fragmentadoras o trituradoras, donde finalmente el vehículo se convierte en partes pequeñas que serán recicladas o residuos como se detalla a continuación:

4.3.1.3. Fragmentación o trituración

Las fragmentadoras o trituradoras son el elemento esencial en el tratamiento de reciclaje de los vehículos, estas herramientas en ciertos casos tienen un tamaño muy grande y son las encargadas de mediante un proceso de golpe (martillos) y corte, destruir todas las piezas del vehículo, inclusive en el caso de que no se hayan

separado las partes, aunque siempre primeramente se hace el tratamiento de neutralización de elementos y el retiro de materiales peligrosos, pues existe la posibilidad de fuego o explosiones que afecten la maquinaria. La trituradora convierte todas las piezas en pequeños pedazos de material, con lo cual mediante técnicas avanzadas magnéticas se separa el metal de otros materiales y de igual manera se separan metales como aluminio y cobre; en la mayoría de los casos el material restante representa desecho, pero que en proporción es mucho menor al desecho inicial o al desecho común que se tiene de los vehículos. El material de desecho puede ser compactado para generar mucho menor volumen.

Finalmente se vende el material que corresponde al metal que se divide en hierro, aluminio y en ciertos casos se puede recuperar el cobre, depende de la máquina trituradora.

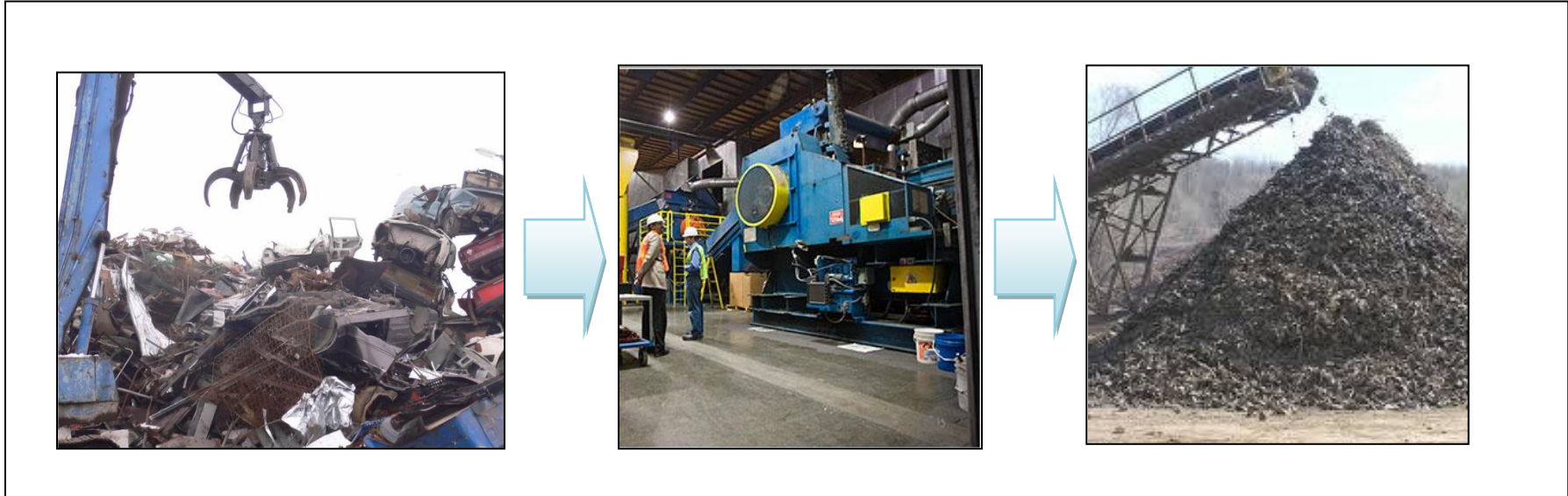


Gráfico 4. 3. Proceso gráfico de Trituración

Fuente: <http://www.hierrosymetalesdiez.com/pagEstatica.aspx?id=3>

4.3.2. CASO 2

En el segundo caso existe un mayor proceso a las partes del vehículo y por tanto se recicla aun mayormente y se aprovecha las partes que aún tengan valor antes de hacer un triturado final del vehículo.

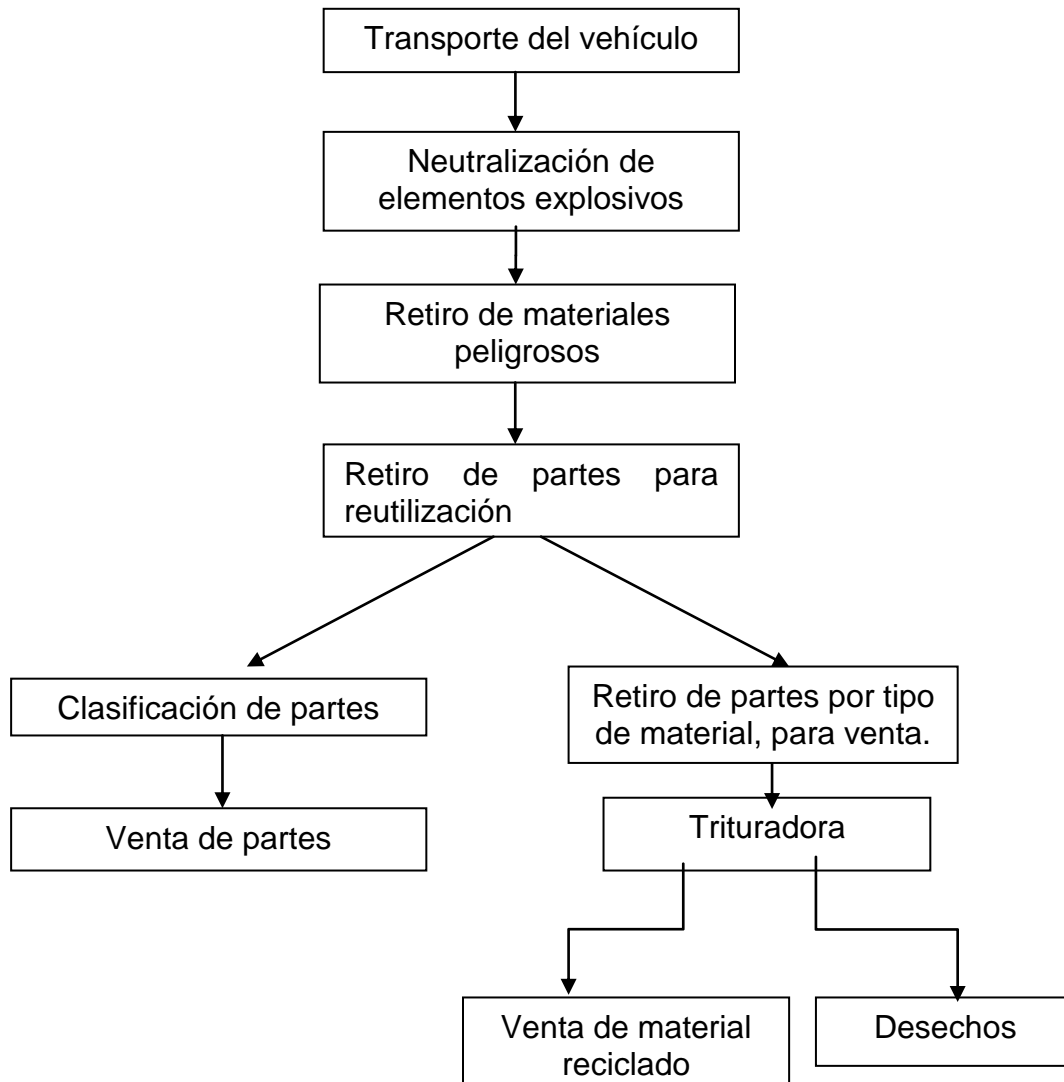


Gráfico 4. 4. Caso 2 proceso de reciclaje de VFU

Elaborado por: Esteban Estrella, Paul Uriarte

Como se observa en el gráfico de proceso, luego de la neutralización de elementos explosivos y retiro de materiales peligrosos se retira las partes del vehículo que aún pueden servir para la venta, principalmente repuestos o partes en buen estado o reparables; estas partes se clasificarán y organizarán de acuerdo al tipo de vehículo para que puedan ser vendidas de manera organizada y clasificada adecuadamente.

De igual manera se retirarán algunas partes como neumáticos en mal estado, baterías, que se pueden vender no para reutilización, pero sí para otros usos, el uso y la reutilización de estos materiales se detalla posteriormente. Finalmente el proceso pasa nuevamente a la trituradora donde de igual manera se clasifican los elementos en metales y no metales, asemejándose en esta parte nuevamente al caso anterior, sin embargo en este segundo caso se recicla mayormente, es decir existe un menor volumen de desecho final.

4.3.3. CASO 3

Finalmente se plantea un último caso de reciclaje, donde se busca realizar realmente un reciclaje completo del vehículo, es decir, desarmar al vehículo prácticamente en su totalidad y vender o neutralizar los elementos dañinos para el medio ambiente, generando solamente un nivel de desechos muy pequeño.

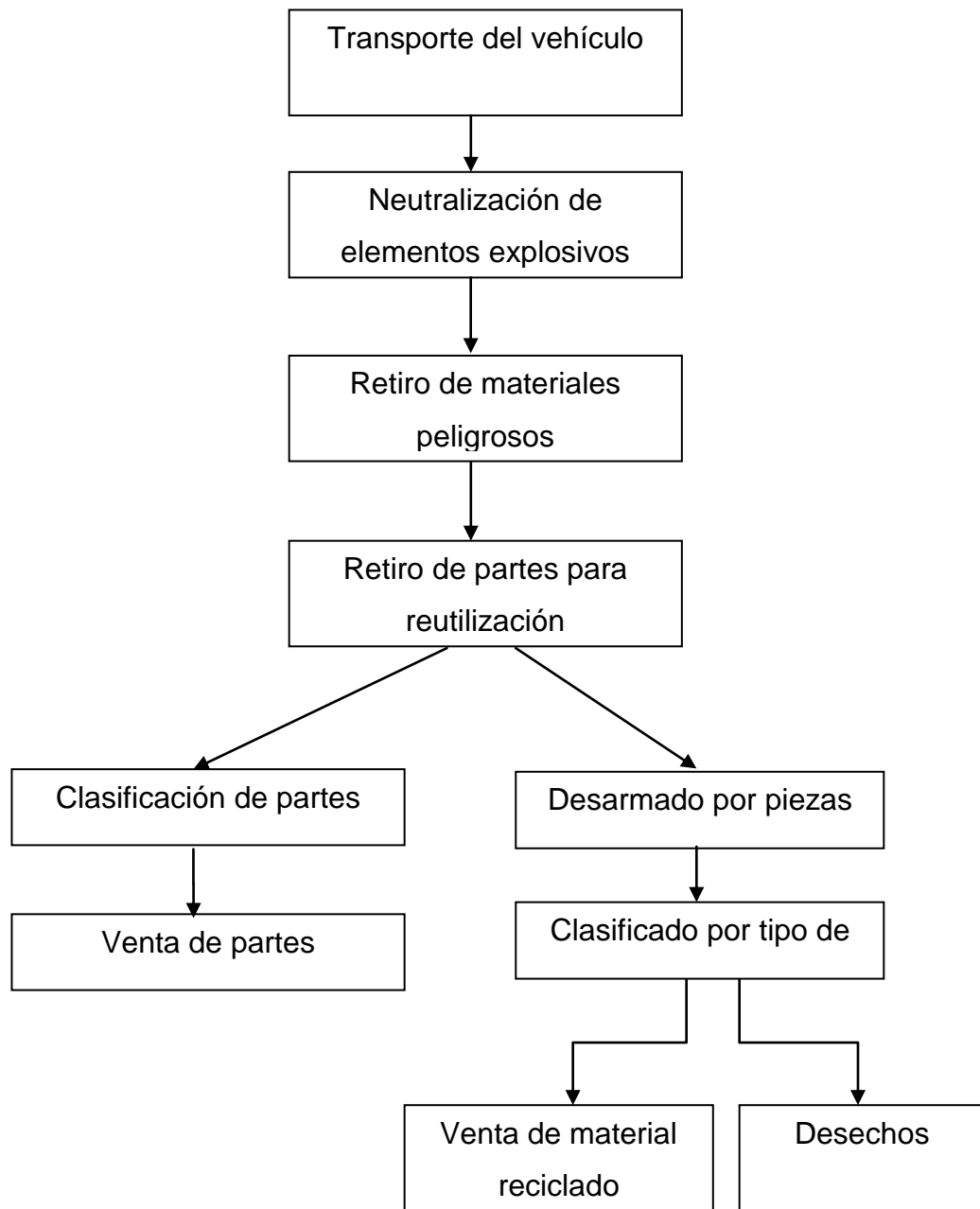


Gráfico 4. 5. Caso 3 proceso de reciclaje de VFU

Elaborado por: Esteban Estrella, Paul Uriarte

Como se observa en el flujo del proceso planteado, luego del retiro de partes para su reutilización se desarman todas las piezas que tengan materiales distintos a fin de que sea posible clasificar por tipo de material y posteriormente se pueda vender el material de acuerdo al mismo y a la vez pueda ser reciclado de acuerdo al tipo; quedando sólo una cantidad menor de desechos que no puedan ser reciclados.

4.3.4. Análisis de casos y su aplicabilidad

El primer caso es el más utilizado en países industrializados, puesto que al no existir políticas internas donde se establezcan reglamentos de niveles de reutilización y reciclado del vehículo, la forma más rápida, industrializada y rentable es simplemente evitar la parte peligrosa y posteriormente reciclar completamente el material restante, sin embargo con ello existe aún un buen porcentaje de residuos provenientes de todas las piezas que quedan en el vehículo que no sean metal o hayan sido eliminados en un inicio.

Por otra parte hay que considerar también que aunque existen máquinas trituradoras de diversos tamaños, la maquinaria que puede hacer un trabajo completo, obtiene mejores resultados y logra atender a un volumen importante de material para lograr mayor impacto. Son las grandes trituradoras que se encargan de este trabajo, mismas que en la práctica tienen una menor probabilidad de que se puedan aplicar en el Ecuador y por tanto una posibilidad menor de poder aplicarse este tipo de tratamiento.

En el segundo caso analizado, como se pudo observar, existe mayor utilización de las piezas del vehículo, pues que no solamente se eliminan los peligros, sino que también se toman todos los materiales posibles reutilizables de los vehículos y se los clasifica para la venta para posteriormente hacer el triturado que separa los metales de los no metales que finalmente son desechos, reciclaje que tiene un mejor impacto sobre el ambiente, pues se recicla mayormente los materiales y por tanto se obtiene un desecho menor; sin embargo muchas veces no se utiliza este tipo de reciclaje por que no se ve la necesidad de lograr menor impacto ambiental sino solamente niveles de rentabilidad, donde el negocio es tratar en volumen el reciclaje del vehículo lo cual genera mayores beneficios para grandes industrial con trituradoras.

Finalmente como se observa en el caso 3, tanto se reutiliza las partes posibles del vehículo, así como se lo desarma prácticamente en su totalidad con el fin de clasificar los materiales por tipos y lograr hacer un reciclaje con mejor impacto final, pues se podrá lograr una cantidad menor de desechos y de esa manera lograr menor contaminación ambiental.

Este caso tiene algunos puntos a favor que han podido ser analizados y también otros en contra, pues a favor se puede observar claramente que el reciclaje es mayor y por tanto el impacto ambiental de los vehículos es menor, logrando de esta manera favorecer de mejor manera al medio ambiente. Por otra parte, este tipo de tratamiento es posible aplicar sin requerirse de la maquinaria costosa y grande que es la trituradora, se puede decir que es más fácil de aplicarla y también más factible

ponerla en marcha en el Ecuador, por lo cual puede ser una de las mejores alternativas para un reciclaje total del vehículo inclusive para una entidad pública sin una inversión tan grande. Sin embargo tomando en cuenta el otro lado, la mano de obra aplicada a este tipo de tratamiento es mayor y en consecuencia tiene mayor costo, por lo que es necesario que para la aplicación de una empresa de este tipo se deba realizar un análisis de sostenibilidad para determinar finalmente si la empresa podría ser sustentable o debería ser subsidiada para lograr su objetivo con el ambiente. Por tanto se proponen las tres alternativas como opciones adecuadas con su respectivo análisis para que pueda ser puesta en marcha de acuerdo a la disponibilidad e interés, donde en cualquier caso podrá lograrse beneficios positivos para el medio ambiente.

4.4. TRATAMIENTO PARA CADA PARTE DEL VEHÍCULO

4.4.1 Materiales Peligrosos

Tabla 4. 3. Tratamientos peligrosos

Aceite de motor
Agua con anticongelante
Refrigerantes
Líquido de dirección
Líquido de frenos
Batería y filtros

Elaborado por: Esteban Estrella, Paul Uriarte

Los lubricantes que un automóvil genera son: aceites y líquidos usados, líquidos o aceites hidráulicos, refrigerantes y sobre todo aceite de motor.

4.4.1.1. Aceites usados

Después de su uso, el aceite lubricante adquiere concentraciones elevadas de metales pesados debido al desgaste del motor, partes que se lubricaron y por el contacto con combustibles. Además, se encuentran con frecuencia solventes clorados en los aceites usados, provenientes del proceso de refinación del petróleo, principalmente por contaminación durante el uso o por la adición de estos solventes por parte del generador. Dentro de los solventes que principalmente figuran son tricloroetano, tricloroetileno y percloroetileno.

4.4.1.1.1. Recuperación y reciclado de aceites usados

El aceite una vez recuperado solamente se debe emplear para condiciones de servicio menos críticas que aquellas en las que estaba sometido inicialmente.

Los aceites usados que se generan en el mundo son manejadas en tres formas principales: re refinadas (regeneración) en bases lubricantes para su posterior uso, destiladas a combustible diesel y comerciadas como combustible sin tratar (fueloil).

La regeneración de aceites usados es la operación mediante la cual se obtienen de los aceites usados un nuevo aceite base comercializable. Casi todos los aceites usados son regenerables aunque en la práctica la dificultad y el costo hacen poco viables la regeneración de este tipo de aceites con alto contenido de aceites vegetales, aceites sintéticos, agua y sólidos.⁴⁸

Un proceso de regeneración consta de tres fases:

Pre tratamiento: Esta fase consiste en eliminar una parte importante de los contaminantes del aceite usado, como son: el agua, los hidrocarburos ligeros, los lodos, las partículas gruesas, etc. Cada proceso emplea un método determinado o incluso una combinación de varios.

Regeneración: En esta fase se eliminan los aditivos, metales pesados y fangos asfálticos. Éste punto es el paso principal de cada método, cada uno de ellos obteniendo al final un aceite libre de contaminantes con una fuerte coloración que lo hace inviable comercialmente, por esto es necesario incluir una última etapa de acabado.

48 RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

Acabado: Dependiendo del objetivo final del aceite dependerán los métodos usados en esta etapa.

Dependiendo del proceso empleado pueden existir o no todas las fases.

Proceso convencional Ácido-Arcilla: La carga de lubricante usado es sometida a una evaporación de aquellos productos ligeros como agua e hidrocarburos del rango de la gasolina. Después de éste paso previo la carga se trata con ácido sulfúrico obteniéndose un rendimiento de 85% aproximadamente en relación con el producto tratado. El resto constituye un desecho aceitoso y ácido. El producto obtenido después del tratamiento ácido es enviado a filtración con arcilla y cal, para mejorar su color y su acidez. En éste proceso de filtración se obtiene un desecho del 3 al 4% constituido por una mezcla de aceite ácido y arcilla. En la siguiente etapa el aceite se fracciona para separar destilados livianos del tipo gas-oíl y así obtener finalmente la base lubricante. El proceso tiene un rendimiento global de 70% en peso.

Destilación: Éste proceso es empleado para producir MDO y flux de asfalto, al comienzo del proceso se destila el aceite usado para remover compuestos volátiles.⁴⁹

49 RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

Agua y el destilado final es la separación de los aceites pesados (destilado) de los contaminantes (fondos). El proceso de destilación requiere suministro de materia (NAOH) y energía (electricidad y gas natural).

El producto de la destilación es un aceite diesel de alta calidad (bajo en cenizas y contenido de azufre) y un subproducto de flux de asfalto. El volumen de combustible MDO es una fracción menor del producto total. Por destilación los metales pesados y otros contaminantes del aceite usado salen por el flujo de asfalto.

4.4.1.1.2. Combustión

Para el aprovechamiento energético de los aceites usados se pueden seguir dos caminos diferentes en función de las instalaciones en las que se va a realizar el mismo. El primer camino está destinado como combustible en instalaciones con alta potencia térmica, altas temperaturas, gran consumo de combustible y alta producción de gases. El mayor ejemplo de esto son los hornos de clinker en las cementeras, estos hornos queman el aceite usado y los contaminantes de éste especialmente los metales quedan incorporados al cemento, aquellas partículas que no lo hacen son retenidas por precipitadores electrostáticos.

El segundo camino es usado en la aplicación de tratamientos físico-químicos más complejos con el fin de fabricar un combustible que pueda tener un espectro de utilización más amplio en instalaciones con menos potencia térmica o en motores de

combustión y calderas. Estos tratamientos deben incluir como mínimo la separación de elementos volátiles y de metales pesados, así como agua y sólidos (normalmente esto hace por destilación o por tratamiento con aditivos flocculantes).

El aceite se constituye en uno de los residuos con mayor potencial para ser empleado como combustible por su elevada capacidad calorífica.

La transformación del aceite usado a energético, requiere la aplicación de un tratamiento tendiente a adecuar las condiciones del aceite a las características propias del proceso de combustión, consiste básicamente en la aplicación de dos etapas: adecuación del aceite usado mediante procesos de filtración. Para retirar partículas gruesas y remoción de partículas finas, mediante procesos de sedimentación y centrifugación. Estas etapas involucran la adición de desemulsificantes, para el rompimiento de las emulsiones formadas con el agua⁵⁰.

4.4.1.1.3. Destrucción térmica

Esta solución se usa cuando no es posible ni la regeneración, ni la combustión de los aceites usados, debido a la presencia de contaminantes tóxicos en el aceite usado. La estabilidad de estos compuestos y la dificultad de su eliminación hacen inviable

50 RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

otros procedimientos. La presencia de PCBs en el aceite en concentraciones superiores a 50 ppm se debe eliminar por éste método.

4.4.1.1.4. Aceite caja de cambios

La situación es exactamente la misma que para el aceite motor. Es importante señalar que estos aceites son mezclados con los del motor y los de la transmisión ya que aunque tienen algunas propiedades distintas, pueden tratarse conjuntamente sin ningún problema en cualquiera de las tecnologías ya mencionadas.

4.4.1.2. Filtro de aceite

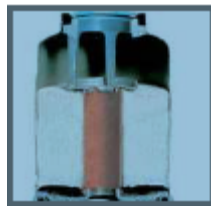


Gráfico 4. 6. Filtro de aceite

Fuente: <http://automecanico.com/auto2038/filtair001.html>

En el caso del filtro de aceite, hay que tomar en cuenta que en el caso de que el motor del vehículo sea considerado para reutilización, el filtro no debe ser retirado.

En el caso de que el motor también sea considerado para reciclado, hay que sacar el filtro de aceite con las herramientas de uso común para este procedimiento y con ello se debe:

1. En el caso de existir aún fluidos de aceite debe dejarse escurrir sobre un embudo y deberá colocarse este en los mismos recipientes especializados para aceites indicados anteriormente.
2. Entregar a organizaciones autorizadas para el tratamiento de estos residuos, para lo cual se debe depositaren recipientes o bidones apropiados y etiquetarlos, a la espera de ser retirados o entregarlos a este tipo de organizaciones.
3. Es importante en la operación indicada, utilizar bandejas anti goteó, para evitar que el suelo se ensucie, debido a escapes del líquido y piezas colocadas en la superficie. De este modo se podrá también disminuir la limpieza y también la contaminación, reduciendo la utilización de absorbentes.⁵¹

⁵¹ RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

4.4.1.3. Baterías

La batería representa un 1,4% del peso del vehículo y su extracción selectiva del mismo supone la eliminación de elementos contaminantes como el ácido y el plomo de los residuos de fragmentación y la recuperación de este último metal, así como del plástico.⁵²

El proceso de reciclado de las baterías y otros compuestos de plomo (tuberías, planchas de tejados, etc.) es el siguiente:

Una vez que son desechadas las baterías son recopiladas en los talleres de reparación de automóviles, centros autorizados de tratamiento y descontaminación de Vehículos Fuera de Uso (VFU), puntos limpios y gestores autorizados. A través de un sistema de recogida capilar las baterías recuperadas son almacenadas en gestores intermedios junto con el resto de compuestos de plomo que les llegan directamente; una vez se junta el volumen suficiente estos materiales son remitidos a plantas autorizadas que realizan dos procesos:

La trituración de las baterías y separación de los diferentes componentes y la fusión de todos los compuestos de plomo obtenidos para la obtención de plomo final apto de nuevo para su transformación (principalmente por fábricas de baterías nuevas).

⁵² GAIKER. Informe de Reciclado de materiales: perspectivas, tecnologías y oportunidades. Abril 2007.

Adicionalmente a esto el polipropileno obtenido se remite a plantas de extrusión donde también es recuperado.⁵³



Gráfico 4. 7. Proceso de reciclaje de Baterías de VFU

Fuente: <http://www.recobat.com/index.php?lang=es&ids=451>

A nivel del Ecuador si se recicla las baterías, por lo cual es posible recolectarlas en un lugar seleccionado y posteriormente venderlas en los lugares de reciclaje.

⁵³ Ibidem.

4.4.1.3.1. Ácidos de batería

El ácido de baterías es muchas veces difícil de procesar para un reciclaje adecuado sin embargo expertos en la industria química sugieren el uso de una base que dé un precipitado insoluble para facilitar su separación. La cal apagada $\text{Ca}(\text{OH})_2$ es una buena opción para este propósito ya que es económica y aunque se sugiere también el sulfato de calcio no es muy adecuado considerarlo, pues es algo tóxico y menos soluble.

Hay que considerar que la neutralización es exotérmica y por tanto es conveniente realizar el proceso de forma lenta, con buena agitación e incluso con agregado de agua para evitar grandes temperaturas.

Cabe recordar que una sola batería de plomo fuera de uso contiene unos 10 Kg. de contenido en plomo, cerca de dos kilos de disolución de ácido sulfúrico y una cantidad considerable de plásticos contaminantes, por lo que el daño ecológico que una pequeña cantidad de baterías mal gestionada puede provocar es enorme. Los ácidos existentes en las baterías pueden ser neutralizados con el bicarbonato sódico o pueden ser reutilizados.⁵⁴

⁵⁴ ALLEVATO. Hugo. Reciclaje de baterías. Aspectos tecnológicos. Junio 2001.

4.4.1.4. Fluidos refrigerantes

Los líquidos del sistema de refrigeración esta constituidos por una mezcla de agua y anticongelantes, clasificándose también como productos tóxicos.

El proceso de extracción parte de colocar en un lugar elevado al vehículo para posteriormente proceder a la extracción de estos fluidos, para lo cual se puede optar como todos los demás fluidos, por distintos sistemas:

- a) El drenado de gravedad: retirando el tapón del recipiente que contiene el fluido, desmontando o cortando la manguera interior del radiador, dejando que el líquido caiga sobre el recipiente correspondiente, para lo que podrá hacerse uso de una unidad fija o móvil de recuperación de fluidos.

- b) También puede utilizarse sistemas neumáticos mediante un proceso de aspiración a través del depósito, retirando los tapones y pinchando la manguera inferior del radiador, se procederá a su absorción.

Durante la realización de las operaciones de extracción de estos líquidos, así como se indicó en casos anteriores, resulta importante utilizar bandejas anti goteó para evitar derrames accidentales debido a los residuos peligrosos, como las operaciones

de mantenimiento necesario para mantener la instalación de adecuadas condiciones de orden y limpieza.⁵⁵

4.4.1.5. Carburantes (Combustibles)

Los pasos a seguir para la retirada de los combustibles son los siguientes:

1. Se identificará el tipo de combustibles de que se trate (diesel o gasolina).
2. Situando el vehículo en el elevador o desde abajo se procederá a la extracción del combustible, para lo que existen diferentes sistemas:
 - a) El drenado por gravedad: perforando (de manera segura y adecuada) el depósito donde se encuentra el combustible al extraer y dejando que caiga sobre el recipiente correspondiente para lo que podrá hacerse uso de: una unidad móvil de recuperación de fluidos provista de un gran embudo con un tubo telescópico, u otro sistema similar, ajustable en altura, señalando su uso para evitar que se utilice para otros fluidos. Un embudo con ganchos que permita colgarlos de los bajos del vehículo conectado a un

55 RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

bidón a través de un tubo flexible, utilizando una bandeja anti goteo para evitar vertidos.

b) La utilización de sistemas neumáticos mediante un proceso de aspiración que recupere los fluidos.

3. Es necesario examinar el combustible extraído, con lo cual se determinará si es o no utilizable.

4. Dependiendo de su estado los combustibles serán clasificados en dos grupos procediendo a su almacenamiento en recipientes diferentes y perfectamente etiquetados:

a) En cuanto a los combustibles no aprovechables (combustible residuo) se depositarán y almacenarán en tanques o recipiente adecuados y correctamente etiquetados hasta su entrega a una organización adecuada.

b) En cuanto a los susceptibles de aprovechamiento se depositarán en tanques o recipientes diferentes y perfectamente etiquetados (distinto a los anteriores, siendo posibles varios destinos:

- Se entrega a una organización autorizada.

- Su venta o utilización en vehículos en funcionamiento.

De igual manera que en los casos anteriores, durante la realización de las operaciones de extracción de los carburantes resulta importante utilizar bandejas anti goteo para evitar derrames accidentales sobre la zona de trabajo.⁵⁶

4.4.1.4.1. Envasado, etiquetado, y Almacenamiento

Para llevar a cabo una correcta gestión de los residuos peligrosos generados por los VFU, es fundamental realizar un adecuado envasado, etiquetando, y almacenando los mismos.

En cuanto al envasado, los envases utilizados para cada tipo de residuo peligroso han de estar diseñados de forma que se evite cualquier tipo de fuga o pérdida; su material debe ser el adecuado para evitar que puedan ser atacados por el residuo que van a contener.

Dentro del reciclado de líquidos combustibles o peligrosos debe considerarse:

1. En la medida de lo posible utilizar diferentes medios y equipos de recogida y manipulación por cada residuo, con el fin de evitar contaminaciones cruzadas.
2. No mezclar los diferentes tipos de residuos.

⁵⁶ PRADO NUERO. F. Aprovechamiento de residuos: Reciclaje de vehículos fuera de uso. Enero 2002.

3. Los envases que tienen los residuos peligrosos, también son residuos peligrosos, por lo tanto deben gestionarse de esta manera y hacer el proceso correcto de reciclaje.

4. Debe llevarse un registro de los residuos peligrosos producidos⁵⁷.

De la misma manera, los recipientes y envases deben estar correctamente etiquetados de forma clara e indeleble, con una etiqueta fijada al envase firmemente. En la etiqueta deberán figurar los siguientes datos:

1. Código de identificación de los residuos.
2. Naturaleza de los riesgos que presentará el residuo.
3. Nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos.
4. Fecha de envasado⁵⁸.

En cuanto al almacenamiento de los residuos peligrosos hasta su entrega a una entidad autorizada, se almacenarán en un área protegida de la intemperie, cubierta y con cerramientos laterales, sobre una superficie, con dispositivos de recogida de derrames y convenientemente ventilada.

⁵⁷ RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

⁵⁸ RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

Es importante mencionar que el tiempo máximo de almacenamiento de los residuos peligrosos en un lugar se estima máximo de 6 meses.⁵⁹

4.4.2 Materiales No peligrosos

4.4.2.1. Plásticos

Para los recicladores, el plástico es un problema porque los autos contienen unos 25 tipos distintos, químicamente incompatibles que no pueden fundirse juntos y volver a utilizarse. Pero para reciclar los plásticos hay que clasificarlos según su tipo. Una vez que se ha triturado un montón de plásticos distintos, separar los pedacitos es casi imposible.

El esquema de reciclado general consiste en:

1. Localización de la pieza,
2. Identificación del material,
3. Desensamblado,
4. Tratamiento de limpieza,
5. Reducción de tamaño.

59 Estudio vehículos fuera de uso: Realizado por La consejería del medio ambiente de Valencia -España

Aunque existen líneas comerciales que facilitan las operaciones de desensamblado, éstas todavía se realizan siempre de forma manual ya que el paso a líneas automatizadas basadas en robots exigiría inversiones muy fuertes debido a la variedad y complejidad técnica de las acciones a realizar. La identificación del material suele basarse en la experiencia de los operarios y en la lectura de la información disponible en manuales o grabada en la propia pieza.

Aunque la mayoría son reciclables, el problema radica en la fabricación de los componentes del automóvil con distintos tipos de materiales plásticos, que pueden ser incompatibles entre sí de cara al reciclado conjunto. Es necesario saber qué tipo de plástico se ha empleado en cada caso. Por ello, todos los autos nuevos desde enero de 1997 tienen la obligación de llevar una señal indicativa del tipo de material plástico utilizado. El uso de analizadores portátiles, por ejemplo de luz infrarroja, para realizar la confirmación o identificar la naturaleza de los plásticos en piezas dudosas o marcadas de manera insuficiente tampoco es frecuente.⁶⁰

4.4.2.2. Neumáticos

La masiva fabricación de neumáticos y las dificultades para eliminarlos una vez usados, constituye uno de los más graves problemas medioambientales de los

60 MORTON, Jones. Procesamiento de plásticos. Editorial Limusa. D.H. 2000.

últimos años en todo el mundo. Un neumático necesita grandes cantidades de energía para ser fabricado, medio barril de petróleo crudo para fabricar un neumático de camión y si no es adecuadamente reciclado también provoca contaminación ambiental al formar parte, generalmente, de vertederos incontrolados.



Gráfico 4. 8. Vertederos de neumáticos

Fuente:<http://www.slynation.com/2008/04/22/el-dia-de-la-tierra/12088081904451-neumaticoswebgd/>

Existen métodos para conseguir un reciclado coherente de estos productos pero en la mayoría de países faltan políticas que favorezcan la recogida y la implantación de industrias dedicadas a la tarea de recuperar o eliminar, de forma limpia, los componentes peligrosos de los neumáticos o gomas de los vehículos y maquinarias.

En la actualidad se pueden utilizar diversos métodos para la recuperación de neumáticos y la destrucción de sus componentes peligrosos, inclusive el sistema de tratamiento puede convertir los neumáticos en energía eléctrica.

En España por ejemplo se ha construido una planta de tratamiento de Neumáticos fuera de uso (NFUs) para obtener negro de humo, acero y un carburante.

Muchos desguazaderos venden los neumáticos de segunda que son aprovechables para su reutilización por compradores de bajo poder adquisitivo y el resto lo envían con el resto del vehículo a la fragmentadora.

Entre los posibles usos de los materiales reciclados procedentes de los NFUs están los siguientes:

- NFUs troceados y granulados (granza): Para pistas deportivas, vías, revestimientos de pavimentos, aditivos para asfaltos, moquetas, calzado, frenos, muros anti-ruido, fabricación de nuevos neumáticos y de otros componentes del automóvil, edificios agrícolas, material deportivo, etc.
- Neumáticos enteros: Para arrecifes artificiales, puertos, obras de estabilización y refuerzo de taludes, muros de contención, campos de golf, etc.
- Venta en plantas de residuos como en otro tipo de plantas industriales (cementeras, ladrilleras, etc.). En algunos países se fabrica un combustible especial derivado de los NFUs (el llamado CDN, -en siglas inglesas, TDF-, o Combustible Derivado del Neumático). La pirolisis, la gasificación, la

termólisis, el plasma y la despolimerización son otras opciones que, aunque poco utilizadas hoy día, podrían ser consideradas en ciertos casos.⁶¹

4.4.2.2.1. Sistemas sugeridos de tratamiento para los neumáticos fuera de uso

a) Termólisis.

Se trata de un sistema en el que se somete a los materiales de residuos de neumáticos a un calentamiento en un medio en el que no existe oxígeno. Las altas temperaturas y la ausencia de oxígeno tienen el efecto de destruir los enlaces químicos; aparecen entonces cadenas de hidrocarburos.

Es la forma de obtener, de nuevo los compuestos originales del neumático por lo que es el método que consigue la recuperación total de los componentes del neumático. Se obtienen metales, carbones e hidrocarburos gaseosos, que pueden volver a las cadenas industriales, ya sea de producción de neumáticos u a otras actividades⁶².

b) Pirolisis

61 CANO SERRANO, Encarnación; CERESO GARCÍA, Lidia. y URBINA FRAILE, Marina. Valorización material y energética de neumáticos fuera de uso. CEIM. Dirección General de Universidades e Investigación. Madrid.

62 CASTRO, Guillermo. Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos. Departamento de Ingeniería Mecánica. FIUBA. 2007.

Se encuentra aún en fase de investigación y presenta problemas técnicos de separación de la gran cantidad de compuestos carbonados que se producen en el proceso, además de ser muy costoso.

c) Incineración

Proceso por el que se produce la combustión de los materiales orgánicos del neumático a altas temperaturas en hornos con materiales refractarios de alta calidad. Es un proceso costoso y además presenta el inconveniente de la velocidad de combustión de los diferentes componentes y la necesidad de depuración de los residuos por lo que no resulta fácil de controlar y además es contaminante. Genera calor que puede ser usado como energía, ya que se trata de un proceso exotérmico.

Con este método, los productos contaminantes que se producen en la combustión son muy perjudiciales para la salud humana, entre ellos el Monóxido de carbono - Xileno Hollín -Óxidos de nitrógeno, Dióxido de carbono-Óxidos de zinc Benceno-Fenoles, Dióxido de azufre-Óxidos de plomo, Tolueno.

Además el hollín contiene cantidades importantes de hidrocarburos aromáticos policíclicos, altamente cancerígenos. El zinc, en concreto, es particularmente tóxico para la fauna acuática. También tiene el peligro de que muchos de estos compuestos

sean solubles en el agua, por lo que pasan a la cadena trófica y de ahí a los seres humanos⁶³.

d) Trituración criogénica.

Este método necesita instalaciones muy complejas lo que hace que tampoco sea rentable económicamente y el mantenimiento de la maquinaria y del proceso es difícil.

La baja calidad de los productos obtenidos, la dificultad material, económica para purificar y separar el caucho y el metal entre sí de los materiales textiles que forman el neumático, provoca que este sistema sea poco recomendable.

e) Trituración mecánica.

Es un proceso puramente mecánico y por tanto los productos resultantes son de alta calidad y limpios de todo tipo de impurezas, lo que facilita la utilización de estos materiales en nuevos procesos y aplicaciones. La trituración con sistemas mecánicos es, casi siempre, el paso previo en los diferentes métodos de recuperación y rentabilización de los residuos de neumáticos.

⁶³ CASTRO, Guillermo. Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos. Departamento de Ingeniería Mecánica. FIUBA. 2007.

4.4.2.2.2. Neumáticos convertidos en energía eléctrica

Los residuos de neumáticos una vez preparados, puede convertirse también en energía eléctrica utilizable en la propia planta de reciclaje o conducirse a otras instalaciones distribuidoras. Los residuos se introducen en una caldera donde se realiza su combustión. El calor liberado provoca que el agua existente en la caldera se convierta en vapor de alta temperatura y alta presión que se conduce hasta una turbina. Al expandirse mueve la turbina y el generador acoplado a ella producirá la electricidad, que tendrá que ser transformada posteriormente para su uso directo⁶⁴.

4.4.4.4.3. Usos tras el reciclado

Los materiales que se obtienen tras el tratamiento de los residuos de neumáticos una vez separados los restos aprovechables en la industria, el material resultante puede ser usado como parte de los componentes de las capas asfálticas que se usan en la construcción de carreteras, con lo que se consigue disminuir la extracción de áridos en canteras. Las carreteras que usan estos asfaltos son mejores y más seguras.

Pueden usarse también en alfombras, aislantes de vehículos o losetas de goma. Se han usado para materiales de fabricación de tejados, pasos a nivel, cubiertas,

⁶⁴ CASTRO, Guillermo. Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos. Departamento de Ingeniería Mecánica. FIUBA. 2007.

masillas, aislantes de vibración. Otros usos son los deportivos, en campos de juego, suelos de atletismo o pistas de paseo y bicicleta.

Como se observa, las utilidades son grandes y crecen cada día, como en cables de freno, compuestos de goma, suelas de zapato, bandas de retención de tráfico, compuestos para navegación o modificaciones del betún.⁶⁵

4.4.2.3. Vidrio

El reciclado de las lunas del automóvil es algo más complejo que el de las botellas o envases, pues algunos de los problemas que presentan las lunas de automóvil a la hora de su reciclado son los siguientes:

- Lunas delanteras o parabrisas: en este caso la luna lleva intercalada una lámina adhesiva de plástico entre dos capas de vidrio para impedir que la luna se rompa desprendiendo fragmentos de cristal que podrían ser peligrosos para los ocupantes. Dicha lámina, dificulta mucho la separación del vidrio para su tratamiento en una planta de reciclado.
- Lunas laterales: en este tipo de lunas se utiliza un vidrio templado que cuando recibe un fuerte impacto rompe en pequeños pedazos. Este vidrio no integra

⁶⁵ Estudio vehículos fuera de uso: Realizado por La consejería del medio ambiente de Valencia España

ningún elemento extraño que pueda interferir en su proceso de reciclado, lo que lo convierte en el más sencillo para el proceso.

- Lunas traseras: llevan unos hilos conductores que sirven para evitar la condensación, y que se denomina luneta térmica. Esta circunstancia complica la separación del vidrio sin impurezas para su posterior tratamiento en plantas de reciclado.

Un aspecto importante que se puede tomar en cuenta para la separación de estos elementos es el proceso del retiro del vidrio antes del proceso de fragmentación del vehículo, esto se realiza cuando los vidrios no presentan daños y pueden ser reutilizados. En el resto de los casos, el paragolpes es enviado con la carcasa al fragmentador y se enviará con otros elementos en el residuo de fragmentación.⁶⁶

4.4.2.4. Cables y conductores

Los cables y conductores se reciclan como metales.

66 MARTÍNEZ RAMÍREZ, Luis. El reciclaje del vidrio. G.I.M.A. Mayo. 2008

4.4.2.5. Catalizadores

Los catalizadores una vez extraídos del vehículo tienen dos partes bien diferenciadas la carcasa y la cerámica anterior; la carcasa está fabricada generalmente de acero aleado con cromo o cromo y níquel, por tanto puede ser reciclado como metal.



Gráfico 4. 9. Catalizador

Fuente: <http://www.cohepasion.net/2011/01/cuando-se-cambia-el-catalizador.html>

En el interior se encuentra la cerámica o monolito en forma de panal que suele estar compuesto por óxido de aluminio, silicatos y óxido de magnesio con características similares a la roca y contiene ciertas cantidades de platino rodio y paladio que son verdaderos catalizadores de la reacción y cuya recuperación es económicamente viable. Una vez desmontado el vehículo, el tubo de escape se almacena en un contenedor adecuado a la espera de ser vendido como pieza de segunda mano a una organización autorizada para la recuperación de este tipo de metales.

4.4.2.6. Carrocería

Después de la extracción de los materiales peligrosos y no peligrosos la carrocería se somete a la trituradora donde:

4.4.2.6.1. Trituradoras

Finalmente en el proceso de reciclado de los vehículos fuera de uso (VFU), es el último paso del proceso en el cual se involucra al mayor número de piezas a través de las trituradoras, que son las encargadas de tomar de manera total o parcial las piezas del vehículo y triturarlas dejándolas en partes muy pequeñas que posteriormente pueden convertirse en materia para reutilización o desecho.

“En la moderna planta de reciclaje de Jeffrey Cole, en la zona sudeste de Detroit, los problemas son patentes. Una trituradora gigante, estrepitosa y que escupe vapor, se traga viejos automóviles enteros y los escupe en pedacitos del tamaño de la tapa del radiador. En cuestión de un minuto, varios imanes y máquinas clasifican las piezas en montones reciclables de acero, hierro, cobre y aluminio, además de una inútil montaña de plástico, goma, vidrio y pintura.”⁶⁷

67 RONDA, PERAL y CABALLERO. Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento de la Comunitat Valenciana. Valencia, España. 2008.

4.4.2.6.2. Residuo ligero de fragmentación

El residuo ligero de fragmentación, excepto en muy pequeñas cantidades que son empleadas justamente para buscar alternativas para su aprovechamiento, es destinado a los vertederos autorizados. En la actualidad se están estudiando diversas vías de aprovechamiento de este residuo tanto de valorización energética como de reciclado.

4.4.2.6.3. Residuo pesado de fragmentación

Recuperación de los metales contenidos en los residuos y el rechazo se puede valorar como el residuo ligero de fragmentación.

4.4.2.7. Piezas de aluminio

El aluminio es cien por cien reciclable sin disminución de sus cualidades. El refundido del aluminio necesita poca energía. El proceso de reciclado requiere sólo un 5% de la energía necesaria para producir el metal primario inicial.

Al aluminio reciclado se le conoce como aluminio secundario, pero mantiene las mismas propiedades que el aluminio primario. El aluminio secundario se produce en muchos formatos y se emplea en un 80% para aleaciones de inyección. Otra

aplicación importante es para la extrusión. Además de ser más baratos, los secundarios son tan buenos como los primarios. También tienen las certificaciones ISO 9000 e ISO 14000.

La fundición de aluminio secundario implica su producción a partir de productos usados de dicho metal, los que son procesados para recuperar metales por pretratamiento, fundición y refinado. Se utilizan combustibles, fundentes y aleaciones, mientras que la remoción del magnesio se practica mediante la adición de cloro, cloruro de aluminio o compuestos orgánicos clorados.

Las mejores técnicas disponibles incluyen:

- Hornos de alta temperatura muy avanzados.
- Alimentación libre de aceites y cloro.
- Cámara de combustión secundaria con enfriamiento brusco
- Absorción con carbón activado.
- Filtros de tela para eliminación de polvos.

A manera de ejemplo, durante el año 2002 se produjeron en España 243.000 toneladas de aluminio reciclado y en el conjunto de Europa occidental esta cifra ascendió a 3,6 millones de toneladas.⁶⁸

68 LUND, H.F. Manual de reciclaje. Mc Graw Hill. Madrid. 1996.

Entre los elementos que están hechos de aluminio se puede mencionar:

- Utilizado para bastantes elementos del bastidor
- Elementos del motor (cárter, culatas...)
- Elementos de confort (Asientos, interiores...)
- Elementos de rodaje (llantas...)
- Elementos de la carrocería (capos, puertas, aletas...)

4.4.2.8. Piezas de Acero

El acero se puede obtener a partir de mineral (ciclo integral) en instalaciones que disponen de Altos Hornos o partiendo de chatarras férricas (ciclo electro siderúrgico) en Hornos Eléctricos. Las chatarras seleccionadas contenidas en la cesta de carga se introducen en el horno eléctrico por su parte superior, en unión de agentes reactivos y escorificantes, desplazando la bóveda giratoria del mismo. Se funde la chatarra de una o varias cargas por medio de corriente eléctrica hasta completar la capacidad del horno. Este acero es el que va a constituir una colada. Se analiza el baño fundido y se procede a un primer afinado para eliminar impurezas, haciendo un primer ajuste de la composición química por adición de ferro aleaciones que contienen los elementos necesarios.

El acero líquido obtenido se vuelca en un recipiente revestido de material refractario, denominado cuchara de colada. Este recipiente hace de cuba de un segundo horno

de afino denominado (horno cuchara) en el que se termina de purificar el acero, se ajusta su composición química y se calienta a la temperatura adecuada.

La cuchara se lleva sobre una máquina de colada continua, en cuya artesa receptora vierte (cuela) el acero fundido por el orificio del fondo o buza. La artesa lo distribuye en varias líneas, cada una con su molde o lingotera, en donde se enfría de forma controlada para formar las palanquillas, que son los semi - productos de sección cuadrada que se someterán a las operaciones de forja y conformación subsiguientes.⁶⁹

Entre los elementos que están hechos de acero de hierro dentro de un vehículo se puede mencionar:

- Prácticamente el 98% de la carrocería (chasis, puertas, capos...)
- El 98% de elementos del motor (culatas, bloque, pistones...)
- Elementos de rodaje (llantas, cajas de cambios...)
- Suspensiones
- Elementos de confort (asientos, aires acondicionados...)

4.4.2.9. Piezas de Magnesio

Se utiliza principalmente para mejorar las propiedades de otras aleaciones, cada vez se valoran más las aleaciones de magnesio de alta pureza (90%). Estas aleaciones

69 LUND, H.F. Manual de reciclaje. Mc Graw Hill. Madrid. 1996.

aportan dos ventajas: una, reducen el peso de ciertas piezas estructurales de los vehículos (brazos de suspensión, llantas, armaduras del volante, asientos o paneles de la carrocería); dos, facilitan el proceso de fundición (mejor acabado, mayor duración de los moldes). El principal inconveniente es que la obtención del magnesio puro es costosa, ya que el proceso más utilizado es por electrólisis de agua de mar.

4.4.2.9.1. Proceso de reciclaje del Magnesio

La chatarra vieja de magnesio se obtiene de las piezas de aeronaves y automóviles y del sedimento de los principales fundidores de magnesio. La chatarra nueva se obtiene de restos y desechos de los trenes. El magnesio es altamente inflamable y ha de almacenarse y manejarse de forma adecuada en zonas limpias y húmedas para que el polvo inflamable se extienda lo mínimo.⁷⁰

Dentro de un vehículo, los elementos que están hechos de Magnesio son los siguientes:

- Esqueletos de volantes
- Armazones de asientos
- Traviesa del salpicadero
- Cáster

⁷⁰ LUND, H.F. Manual de reciclaje. McGraw Hill. Madrid. 1996.

- Aros de llantas

4.4.2.10. Otros metales

Existen otra serie de metales no férreos integrados en menor número, dentro del vehículo. Son el caso del titanio (muy duro y resistente), el cobre se puede encontrar en los cableados y el zinc se utiliza para recubrir la carrocería antes de la pintura como parte importante del tratamiento anticorrosión. Platino, rodio o paladio son los metales más utilizados en los catalizadores. Gracias a sus características químicas es capaz de atrapar el hidrógeno procedente de la combustión; resultan muy útiles para controlar las emisiones contaminantes.

4.4.2.10.1. Tapacubos

Aunque es posible encontrar estas piezas en gran variedad de materiales los principales son PA6 (algunas veces reforzada), PA6, 6 y ABS. El reciclado consiste en el desmantelado, separación por grupos de plásticos y triturado para facilitar la separación, por ejemplo magnética, de las partes metálicas⁷¹.

⁷¹ GAIKER. Informe de Reciclado de materiales: perspectivas, tecnologías y oportunidades. Abril 2007.



Gráfico 4. 10. Tapacubos

Fuente: <http://www.tuningarea.com/accesorios/tapacubos-tuning/>

4.4.2.10.2. Faros

El reciclado de estas piezas consiste en una separación selectiva y un triturado que va acompañado de separación en el caso de las tulipas que agrupan varios colores.



Gráfico 4. 11. Faros

Fuente: <http://www.tallervirtual.com/page/96/>

4.4.2.10.3. Rejillas de radiadores

La mayoría de estas piezas son de ABS. El proceso de reciclado es similar al de los faros. Recientemente se han fabricado prototipos de radiadores de PA modificada.⁷²

⁷² GAIKER. Informe de Reciclado de materiales: perspectivas, tecnologías y oportunidades. Abril 2007.

4.4.2.10.4. Catalizadores

Los catalizadores son elementos perfectamente recuperables. El interés de recuperar estos elementos proviene por el contenido de pequeñas cantidades de paladio, rodio y platino de altísimo valor. Aunque en la actualidad se generan pocas sustituciones de catalizador en taller y llegan pocos vehículos con este dispositivo a los desguaces, se recicla tanto la carcasa metálica como de las pequeñas cantidades de los metales ya mencionados e incluso la cerámica en la totalidad de los casos.

En algunas ocasiones, el catalizador separado en un desguace es reutilizado directamente.⁷³

4.4.2.10.5. Paragolpes o Parachoques

Los paragolpes generados en los talleres suelen ser enviados a vertederos autorizados aunque existen algunas alternativas funcionando en la actualidad. La alternativa más empleada en estos momentos es el reciclado de los paragolpes de polipropileno.

En el caso de los desguaces, la separación de estos elementos antes del proceso de fragmentación del vehículo se realiza, casi exclusivamente, cuando el paragolpes no

73 BURGOS,N.; PAULIS, M. y MONTES,M. Dispositivos catalizadores. Universidad del País Vasco. San Sebastián. 2001.

presenta daños y puede ser reutilizado. En el resto de los casos, el paragolpes es enviado con la carcasa al fragmentador y acabará junto con otros elementos en el residuo de fragmentación.

4.4.2.10.6. Depósitos

Es relativamente sencillo pero hay que tener especial cuidado en realizar un lavado y un secado antes de la trituración para evitar que queden restos de combustible que contaminen el plástico.

4.4.2.10.7. Textiles y espumas

Los textiles y las espumas que se separan en taller suelen ser llevados a los vertederos autorizados ya que no existen en este momento empresas que se encarguen a su recuperación en grandes volúmenes. En los desguaces, se separan algunos asientos que contienen grandes cantidades de textiles y espumas para su posterior reutilización, pero el resto de los textiles y espumas acaban generalmente en el residuo de fragmentación ligero.

4.4.2.10.8. Espuma de asientos

Se trata de espuma rígida de PU. Para reciclarse se tritura finamente una vez que se han eliminado los metales y plásticos. El triturado se mezcla y compacta con adhesivo para obtener bloques que sirven para fabricar nuevos asientos u otros productos como esterillas o colchones.⁷⁴

De esta manera, el vehículo una vez descontaminado, pasa a despiece y todos aquellos componentes del vehículo que puedan ser aprovechables se desmontan. Los componentes que no son reutilizables, se almacenan por separado según su naturaleza y se gestionan como residuos no peligrosos. Con todo esto, se ha logrado transformar un basurero de vehículo en un centro de reciclaje, pudiendo reciclar hasta el 95% del vehículo, pudiendo lograr como se indicó no solamente un mejor tratamiento y cuidado ambiental, sino inclusive una potencial empresa rentable.

4.4.2.11 Matriz de impacto por los Vehículos fuera de uso

A modo de resumen, en la siguiente tabla se muestra los principales impactos de un automóvil se producen desde su fabricación, hasta la fase de retiro o el reciclado del vehículo ya fuera de uso.

74 GRUPO CAT. Gestión actual de residuos del automóvil. España. 2011.

Tabla 4.4 Impactos del automóvil a lo largo de su ciclo de vida

	Extracción y tratamiento de las materias primas			Fase Uso		Fin de vida
	Mat. Primas	Premontaje	Montaje	Conducción	Infraestructura	Disposición
Uso de energía y emisiones CO ³						
Uso de energía y emisiones CO ₂						
Impacto del uso del suelo						
Residuos solidos						
Agentes contaminantes del aire						
Contaminación por ruido						
Daño directo en seres humanos						

Elevado Imp. Ambiental	Moderado Imp. Ambiental	Bajo Imp. Ambiental
-------------------------------	--------------------------------	----------------------------

Fuente: Bolli, A. *Environmental communication and competitiveness. Case study in the car industry*. Thesis. International Institute for Industrial Environmental Economics, IIIEE. Lund University. Lund. 1999.

Elaborado por: Esteban Estrella, Paul Uriarte

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Después de investigar el proceso de reciclaje de un vehículo fuera de uso se ha identificado las siguientes conclusiones:

- Como fue posible observar en el estudio, en el Ecuador se puede reutilizar una gran parte de los materiales, primeramente los que aún tienen reparación o están en funcionamiento, también elementos de alto impacto como son baterías y fluidos, y finalmente como chatarra los elementos que ocupan el mayor porcentaje del vehículo como son los metales, sin embargo tanto en Ecuador, como en otros países el reciclaje de los plásticos debido a su variedad es una complejidad hoy en día y ha aumentado su porcentaje en los vehículos actuales.
- El estudio ha permitido determinar exactamente los desechos peligrosos, así como los que mayor impacto pueden causar en el ambiente y ha sido posible también determinar como disminuir el impacto en cada caso.
- En el país no existe un reciclaje completo de vehículos, existe solamente reciclaje parcial a veces de los metales de algunas piezas, pero no se trata

como un reciclaje organizado sino solamente como una recuperación de algunas piezas o reutilización de un cierto material; no se dispone de un tratamiento completo como el planteado. La mayor parte de vehículos terminan en desguesaderos y como chatarra, pero sin un tratamiento formal, es muy inusual el tratamiento de los VFU en el país y no existen entidades públicas o privadas que realicen el tratamiento completo como se lo ha presentado en el presente estudio, es por ello la importancia de haber desarrollado éste trabajo para que pueda existir la posibilidad de implementar este proyecto en el país

- El estudio permitió finalmente determinar todos los elementos que pueden ser tratados o recuperados mediante varios sistemas, entre los que se puede utilizar están, de acuerdo al caso: la disposición en vertederos, la incineración, tecnología residuo cero, el compostaje, tratamiento mecánico biológico, pirolisis y gasificación. La técnica a utilizarse dependerá de los recursos económicos, humanos y tecnológicos con los que cuente cada recicladora. Sin embargo de manera completa, la propuesta plantea tres posibilidades de reciclaje que podrían implementarse en el país o en cualquier otro a través de los cuales se puede lograr el reciclaje total del vehículo, donde en unos casos existe un mejor impacto sobre el ambiente que en otros, pero en cualquier caso los procesos ayudan a lograr un mejoramiento en el medio ambiente y que finalmente todas las partes del vehículo puedan generar menor cantidad de desperdicios y contaminación ambiental, logrando de esta manera la

posibilidad de un impacto favorable para el planeta e inclusive la posibilidad de lograr beneficios económicos, presentándose así un proyecto positivo, favorable y aplicable a la región y al planeta.

Recomendaciones

Después de investigar el proceso de reciclaje de un vehículo fuera de uso se ha identificado las siguientes recomendaciones:

- Ya que en el Ecuador sí existe la posibilidad de reutilizar gran parte de los materiales, se recomienda considerar el presente estudio como la base para la toma de decisiones tanto a nivel de país, como a nivel privado, para la implementación de lugares para el reciclaje de vehículos, sin embargo para que exista un impacto significativo será necesario considerar que el reciclaje tenga la función de descontaminación y a su vez pueda lograr el reuso o reventa de las partes o componentes.
- El desarrollo actual de la ciencia y la tecnología está permitiendo determinar nuevas maneras de reutilizar materiales, reciclar y finalmente disminuir la contaminación y aunque ya existen formas de disminuir el impacto para los residuos peligrosos, se recomienda mantener vigentes las investigaciones para poder a futuro lograr descontaminar en mayores porcentajes el efecto que tienen los VFU.

- En el país se debería a nivel de gobierno y entidades de protección del medio ambiente financiar el reciclaje total del vehículo, sin embargo algunas de las maneras que se podría gerenciar el reciclaje y reutilización de las partes sería: Desarmado, tratamiento de desechos líquidos, clasificación de parte en buen estado, venta de partes clasificada por tipo, uso y marca de vehículo, clasificación de la chatarra no utilizable y tratamiento de la chatarra.
- Se debe difundir el contenido de este proyecto y concientizar al sector automotriz y a la sociedad las diversas alternativas para la gestión de los vehículos fuera de uso, sus efectos contaminantes y el efecto que causa al medio ambiente, a fin de disminuir los impactos negativos.
- Las autoridades del gobierno actual deberán dar mayor importancia y apoyo a este tipo de proyectos que busca el reciclaje de un bien altamente contaminante tanto como en su vida útil y al término de la misma, lo cual se deberá difundirlo en las diversas instituciones del estado. Ecuatoriano.

BIBLIOGRAFÍA

- Hernández y S. González, (1997). *Reducción y Reciclaje de Residuos Sólidos Municipales*. México Editores. PUMA.
- ACURIO, Guido, OPS, BID (1997). Diagnóstico de la situación de residuos sólidos, municipales en América Latina y el Caribe. Washington D.C. EE.UU.
- ALLEVATO Hugo (2001), Reciclaje de pilas y baterías. Aspectos Tecnológicos.
- ARREGUI, C.; AGUILERA, P.; DOMENECH, J.M.; GASSÓ, S (1999). Análisis de las mejoras introducidas en el diseño del automóvil para facilitar el reciclaje al final de su ciclo de vida útil. XV Congreso Nacional de Ingeniería de Proyectos. León.
- BURGOS,N.; PAULIS, M. y MONTES,M (2001). Dispositivos catalizadores. Universidad del País Vasco. San Sebastián.
- CANO SERRANO, Encarnación; CEREZO GARCÍA, Lidia. y URBINA FRAILE, Marina. Valorización material y energética de neumáticos fuera de uso. CEIM Madrid. Dirección General de Universidades e Investigación..
- CAPV (2001). Monografía sobre vehículos al final de su vida útil. Comunidad Autónoma del País Vasco. Bilbao.
- CASTRO, Guillermo (2007). Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos. Departamento de Ingeniería Mecánica. FIUBA..
- CEPIS (1998). Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe. Washington D.C. EE.UU.

- CIBIE RECYCLAGE S.A. Procedimiento de reciclaje de vehículos automóviles fuera de uso e instalación de reciclaje que emplea dicho procedimiento. Francia.
- COELLO (2002), Gonzalo. Manejo y Control de Residuos Peligrosos. México: D.F., UNAM, FES Z.
- CONESA, Fernández V. 2 ed._ _Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental/ V. Conesa Fernández. Madrid: Editora Mundi Pesa.
- CHICHARRO RODRÍGUEZ (2003), Javier. El Automóvil como fuente de residuos: hacia una gestión medioambientalmente correcta. Madrid, Centro de Experimentación y certificación de Vehículos...
- DÍAZ, L.F. y SAVAGE G.M (2011). Manejo Integral de los Residuos. Cali. Colombia. El Impacto del Reciclaje.
- ENKERLIN, Ernesto C.; CANO, Gerónimo; GARZ Raúl A.; VOGEL, Enrique. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. Internación.
- EMISON. Recuperación de baterías. Barcelona – España.
- GAIKER (2007). Informe de Reciclado de materiales: perspectivas, tecnologías y oportunidades..
- GARCÍA Molina, Miguel Ángel. Situación y perspectivas del reciclado de vehículos y sus elementos. Reciclauto Navarra.
- Guía sobre gestión de residuos en la industria alimentaria (2010). Castilla La Mancha. Cooperativa Agro – alimentaria.

- GUTIÉRREZ AVEDOY (2006). V.J. Diagnóstico básico para la gestión integral de residuos. Instituto Nacional de Ecología. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales..
- KINDELAN, M.; RODRÍGUEZ (2002), E. Estrategias ambientales en la recuperación de los materiales en el sector de la automoción. VI Congreso Nacional del Medio Ambiente, Grupo de trabajo nº 20. .
- LUND, H.F (1996). Manual de reciclaje. Madrid. Mc Graw Hill.
- MARTÍNEZ RAMÍREZ (2008), Luis. El reciclaje del vidrio. G.I.M.A.
- MASERA, D (2002). Hacia un consumo sustentable. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México. PNUMA...
- METCALF& EDDY (1996), Inc. Ingeniería de Aguas Residuales. Tratamiento, vertido y reutilización. McGraw-Hill,.
- MORTON (2000), Jones. Procesamiento de plásticos. Editorial Limusa. D.H..
- NAJAR, L.E (2002). Desarrollo de tecnología para el tratamiento de Residuos Sólidos Urbanos, México. Cultural..
- PRADO NUERO. F (2002). Aprovechamiento de residuos: Reciclaje de vehículos fuera de uso. .
- RONDA, PERAL y CABALLERO (2008). Tecnologías limpias y buenas prácticas en la gestión de vehículos al final de su vida útil en Centros Autorizados de Tratamiento. Valencia, España Comunitat Valenciana.
- SCOTT (1995), Michel. Ecología. Colección Oxford Joven, Barcelona, Ediciones EDEBE,.

- TCHOBANOGLOUS (1994), George. Gestión Integral de Residuos sólidos, España. 1era Edición. Mc Graw Hill.

ANEXOS

Anexo N.1

TEXTO UNIFICADO DE LA LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE

Publicada el 31 de marzo de 2003 en la Edición Especial No. 2 del Registro Oficial por Decreto Presidencial No. 3516.

TÍTULO V

REGLAMENTO PARA LA PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN POR DESECHOS PELIGROSOS

CAPÍTULO I

DISPOSICIONES GENERALES

SECCIÓN II

ÁMBITO DE APLICACIÓN

ART. 154.- Se hallan sujetos a las disposiciones de este reglamento toda persona, natural o jurídica, pública o privada, nacional o extranjera, que dentro del territorio del Ecuador participe en cualquiera de las fases y actividades de gestión de los desechos peligrosos, en los términos de los artículos precedentes.

CAPÍTULO III

FASES DE LA GESTIÓN DE DESECHOS PELIGROSOS

SECCIÓN I

DE LA GENERACIÓN

ART. 160.- Todo generador de desechos peligrosos es el titular y responsable del manejo de los mismos hasta su disposición final, siendo su responsabilidad:

1. Tomar medidas con el fin de minimizar al máximo la generación de desechos peligrosos.
2. Almacenar los desechos en condiciones ambientalmente seguras, evitando su contacto con el agua y la mezcla entre aquellos que sean incompatibles.
3. Disponer de instalaciones adecuadas para realizar el almacenamiento temporal de los desechos, con accesibilidad a los vehículos recolectores.
4. Realizar la entrega de los desechos para su adecuado manejo, únicamente a las personas autorizadas para el efecto por el MA o por las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva.
5. Inscribir su actividad y los desechos peligrosos que generan, ante la STPQP o de las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva, el cual remitirá la información necesaria al MA.
6. Llevar en forma obligatoria un registro del origen, cantidades producidas, características y destino de los desechos peligrosos, cualquiera sea ésta, de los cuales realizará una declaración en forma anual ante la Autoridad Competente; esta declaración es única para cada generador e independiente del número de desechos y centros de producción. La declaración se identificará con un número exclusivo para cada generador. Esta declaración será juramentada y se lo realizará de acuerdo con

el formulario correspondiente, el generador se responsabiliza de la exactitud de la información declarada, la cual estará sujeta a comprobación por parte de la Autoridad Competente.

7. Identificar y caracterizar los desechos peligrosos generados, de acuerdo a la norma técnica correspondiente.

8. Antes de entregar sus desechos peligrosos a un prestador de servicios, deberá demostrar ante la autoridad competente que no es posible aprovecharlos dentro de su instalación.

ART. 161.- Los proyectos de instalación de actividades nuevas que vayan a producir desechos peligrosos de acuerdo con los procesos de producción y las materias primas a utilizarse, de igual manera deberán presentar la declaración determinada en el numeral 5. Del artículo precedente, la cual será requisito previo para la aprobación por parte de la Autoridad Competente.

Igualmente, deberán realizar un estudio de impacto ambiental conjuntamente con los estudios de ingeniería, el cual es requisito para su aprobación.

Art. 162.- El generador deberá informar de forma inmediata a la STPQP del MA, de accidentes producidos durante la generación y manejo de los desechos peligrosos. El ocultamiento de esta información recibirá la sanción prevista en este reglamento.

LOS DESECHOS PELIGROSOS

Parágrafo 1º.

RECOLECCIÓN

Art. 163.- Dentro de esta etapa de la gestión, los desechos peligrosos deberán ser envasados, almacenados y etiquetados, en forma tal que no afecte la salud de los trabajadores y al ambiente, siguiendo para el efecto las normas técnicas pertinentes

establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) o, en su defecto por el MA en aplicación de normas internacionales validadas para el país.

Los envases empleados en el almacenamiento deberán ser utilizados únicamente para este fin y ser contruidos de un material resistente, tomando en cuenta las características de peligrosidad y de incompatibilidad de los desechos peligrosos con ciertos materiales.

Art. 164.- Los lugares para el almacenamiento temporal deben cumplir con las siguientes condiciones mínimas:

1. Ser lo suficientemente amplios para almacenar y manipular en forma segura los desechos y cumplir todo lo establecido en las normas INEN.
2. El acceso a estos locales debe ser restringido únicamente para personal autorizado provisto de todos los implementos determinados en las normas de seguridad industrial y contar con la identificación correspondiente a su ingreso.
3. Poseer equipo y personal adecuado para la prevención y control de emergencias.
4. Las instalaciones no deberán permitir el contacto con agua.
5. Señalización apropiada con letreros alusivos a su peligrosidad, en lugares y formas visibles.

Art. 165.- Todo envase durante el almacenamiento temporal de desechos peligrosos deberá llevar la identificación correspondiente de acuerdo a las normas establecidas por las naciones unidas. La identificación será con marcas de tipo indeleble, legible y de un material resistente a la intemperie.

Los desechos peligrosos incompatibles no deberán ser almacenados en forma conjunta en un mismo recipiente ni en una misma área.

Art. 166.- El generador deberá llevar un libro de registro de los movimientos de entrada y salida de desechos peligrosos en su área de almacenamiento temporal, en donde se harán constar la fecha de los movimientos, su origen, cantidad y destino.

Art. 167.- El tiempo de almacenamiento va a estar en función de las características y tipo de desechos de acuerdo con la norma técnica correspondiente.

Parágrafo 2º

DEL TRANSPORTE

Art. 168.- Solo quienes obtengan la licencia ambiental de la Unidad Técnica del MA, estarán autorizados para transportar desechos peligrosos. En este sentido, será una condición indispensable que el transportista acredite estar constituido legalmente para cumplir con esta actividad. Para tal efecto, la STPQP coordinará el control de este requisito con la Policía Nacional y demás autoridades locales y nacionales competentes en materia de tránsito y transporte terrestre.

Sin perjuicio de lo anterior, el generador está obligado a notificar por medio del respectivo manifiesto, a cerca del transporte de los desechos peligrosos al MA antes que se inicie esta actividad.

Art. 169.- Durante el traslado no se podrá realizar ninguna manipulación de los desechos que no sea la propia del traslado o que se encuentre legalmente autorizado. El transportista garantizará la identificación de los desechos durante el transporte.

Art. 170.- El transporte de desechos peligrosos deberá realizarse acompañado de un manifiesto de identificación entregado por el generador, condición indispensable para que el transportista pueda recibir y transportar dichos desechos. Estos deberán ser entregados en su totalidad y solamente, a las plantas de almacenamiento, reciclaje, tratamiento o disposición final debidamente autorizados que el generador hubiere indicado en el manifiesto.

Si por alguna situación especial o de emergencia, los desechos no pudieren ser entregados en la planta de tratamiento, reciclaje, almacenamiento o disposición final identificada en el manifiesto, el transportista deberá comunicar esta situación inmediatamente al generador para su atención al momento.

Art. 171.- El MA expedirá las normas complementarias a las que deberán ajustarse el transporte de desechos peligrosos, y en particular las referidas a:

- a) Apertura y mantenimiento por parte del transportista de un registro de las operaciones que realice con individualización del generador, forma de transporte y destino final.
- b) Normas de envasado y rotulado
- c) Normas de carga y descarga.
- d) Características que debe poseer el vehículo de transporte.
- e) Procedimientos de contingencia para el caso de derrame y/o liberación accidental de los desechos.
- f) Capacitación del personal destinado a la conducción de unidades de transporte

g) Las condiciones técnicas y jurídicas que deba cumplir el transportista para obtener la licencia ambiental.

h) Obtención por parte de los conductores de su correspondiente licencia que los habilite para operar unidades de transporte de desechos peligrosos.

i) Horarios y rutas para el traslado durante los intervalos y en la vías de menor congestión vehicular.

j) La imposibilidad de utilizar el mismo vehículo para el transporte de otro tipo de carga.

Art. 172.- Serán obligaciones de los transportistas entre otras las siguientes:

a) Portar en la unidad, durante el transporte de desechos peligrosos, un manual de procedimiento elaborado o avalado por el MA, así como materiales y equipamientos adecuados, a fin de neutralizar o controlar inicialmente una eventual liberación de desechos.

b) Capacitar en el manejo, traslado y operación de los desechos peligrosos, al personal involucrado en la conducción de unidades de transporte, de acuerdo al manual de procedimientos mencionado en el inciso a) del presente artículo.

c) Habilitar un registro de accidentes que permanecerá en el vehículo en el cual se registrarán los accidentes acaecidos durante las operaciones que realicen y que deberán ser reportados a la Autoridad Competente.

d) Identificar en forma clara y visible el vehículo y la carga, de conformidad con las normas internacionales, nacionales y municipales vigentes para el efecto.

e) Disponer para el caso de transporte por agua, de contenedores que posean flotabilidad positiva aún con carga completa y sean independientes respecto de la unidad transportadora.

f) Llevar una bitácora de las horas de viaje del conductor así como de la limpieza de la unidad, la cual debe ser realizada en el sitio de descarga.

g) Contar con una póliza de seguros que cubra los casos de accidentes y daños a terceros.

Art. 173.- El transportista tiene prohibido realizar las siguientes actividades:

a) Transportar y mezclar desechos peligrosos incompatibles entre si o con otros de distintas características, definidos como tales por parte del MA, mediante norma técnica.

b) Almacenar desechos peligrosos por un período mayor de 24 horas, salvo expresa autorización de la Autoridad Competente.

c) Transportar, transferir o entregar desechos peligrosos cuyo embalaje o envase sea deficiente o inadecuado.

d) Aceptar desechos cuya recepción no está asegurada para ser entregada a una planta de tratamiento, almacenamiento, reciclaje o disposición final, o que no tenga la identificación correspondiente.

e) Mezclar desechos provenientes de distintos generadores, aun cuando los mismos fueren compatibles.

f) Llevar abordo a personas ajenas al manejo de los desechos.

- g) Incurrir en infracciones establecidas en la ley Tránsito y Transporte Terrestre.
- h) Realizar paradas no justificadas de acuerdo con la ruta establecida o cambio de la misma, salvo caso de fuerza mayor.
- i) Infringir la disposición de no fumar durante el trayecto de la ruta.
- j) Estacionar en áreas pobladas, centros educativos y de salud.

Art. 174.- El MA deberá coordinar con los organismos provinciales y municipales correspondientes, el trazado de rutas de circulación y áreas de transferencias que serán habilitadas al transporte de desechos peligrosos.

Art. 175.- Mientras se realiza el traslado de desechos peligrosos, el transportista que lo realiza es responsable de los daños que éstos puedan producir, en caso de accidentes ocasionados por la negligencia, inobservancia, impericia o inexperiencia de éste últimos, debidamente probadas.

Parágrafo 4º

DE LOS TRATAMIENTOS

Art. 176.- En los casos previstos por las normas técnicas pertinentes, previamente a su disposición final, los desechos peligrosos deberán recibir el tratamiento técnico correspondiente y cumplir con los parámetros de control vigentes.

Para efectos del tratamiento, los efluentes líquidos, lodos, desechos sólidos y gases producto de los sistemas de tratamiento de desechos peligrosos, serán considerados como peligrosos.

Art. 177.- Los efluentes líquidos del tratamiento de desechos líquidos, sólidos y gaseosos peligrosos, deberán cumplir con lo estipulado en la Ley de Gestión Ambiental, Ley de Prevención y Control de la Contaminación, en sus respectivos reglamentos, en las ordenanzas pertinentes y otras normas que sobre este tema expida el MA.

Parágrafo 5º

DEL RECICLAJE

Art. 178.- En el reciclaje de desechos peligrosos, la separación deberá realizarse en la fuente generadora o en la planta de tratamiento, excepto en los sitios exclusivos de disposición final.

Las Empresas generadoras de desechos peligrosos deberán clasificar sus desechos, a ser reciclados, en depósitos identificados bajo las normas técnicas vigentes.

Art. 179.- Quienes desarrollen como actividad el reciclaje de desechos peligrosos, deberán contar con la licencia ambiental correspondiente emitida por el MA o por las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva.

En la solicitud que se presentará para la obtención de la licencia, los recicladores explicarán a qué tipo de tratamientos serán sometidos los desechos antes de proceder a su rehúso, así como cuál es el uso que se dará a los desechos reciclados.

La licencia tendrá un período de validez de dos años y para su renovación, el reciclador deberá someterse a un control de su actividad por parte de las autoridades competentes.

Art. 180.- Las instalaciones de reciclaje dispondrán de todas las facilidades con la finalidad de que se garantice un manejo ambientalmente racional de los desechos peligrosos, dispondrán de la infraestructura técnica necesaria, y cumplirán con todas las normas y reglamentos ambientales, en relación, a los desechos que generen.

Art. 181.- Las personas dedicadas al reciclaje de desechos peligrosos, únicamente recibirán desechos de los generadores que cuenten con el manifiesto correspondiente así como con la debida autorización y licencia ambiental otorgada por el MA o por las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva.

Los recicladores llevarán una estadística de las cantidades recicladas y de los desechos producidos por efecto del reciclaje, de la cual reportarán en forma anual al MA y a las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva.

Sección V

DE LA DISPOSICIÓN FINAL

Art. 182.- Los métodos de disposición final permitidos son: relleno de seguridad o confinamiento controlado, inyección controlada en pozos profundos e incineración de acuerdo al tipo de desecho peligroso, sin embargo el Ministerio de Ambiente podrá autorizar otros métodos de acuerdo a lo que considere pertinente.

Art. 183.- Quienes operen rellenos de seguridad para la eliminación de desechos peligrosos, deberán contar con la licencia ambiental otorgado por la MA o por las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva.

Art. 184.- En la operación del relleno de seguridad se minimizará el ingreso de líquidos, tanto procedentes de las aguas lluvias como de desechos que contengan líquidos libres con el fin minimizar la producción del percolado.

Art. 185.- El transportista que haya trasladado los desechos peligrosos hasta el relleno de seguridad, deberá informar al operador responsable del mismo por medio del respectivo manifiesto. El operador del relleno de seguridad, a su vez, deberá reportar anualmente dichos datos al MA y a las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva.

Art. 186.- La selección del sitio para la ubicación de un relleno de seguridad, deberán cumplir con los requerimientos de la norma técnica emitida por el Ministerio de Ambiente.

Art. 187. La construcción de las celdas para desechos peligrosos, deberán cumplir con los requerimientos de la norma técnica emitida por el Ministerio de Ambiente.

Art. 188.- Los sitios de disposición final deberán contar con un sistema de monitoreo y control que contemple las siguientes actividades:

1. Monitoreo de las aguas subterráneas cada seis meses para verificar la presencia de lixiviados.
2. En el caso de existir lixiviados, deberán ser analizados, tratados y finalmente dispuestos de acuerdo a los reglamentos y normas ambientales vigentes.
3. Los operarios de las celdas especiales deberán contar con equipo de protección personal que establezca la autoridad ambiental.
4. Las entidades o personas encargadas de la operación de los sitios de disposición final deberán realizar en forma rutinaria monitoreo de los efluentes del relleno. El MA expedirá la norma correspondiente que determine los parámetros que deberán ser analizados en forma rutinaria.

Art. 189.- El diseño y los procedimientos de clausura y post clausura de un emplazamiento de relleno de seguridad deben ser parte integrante del planeamiento original. Las modificaciones que se realicen serán determinadas por los cambios posteriores en el diseño de la instalación, los procedimientos de operación o los requisitos legales.

Art. 190. En el momento de la clausura, todos los vehículos y equipos, con excepción de aquéllos para monitoreo, deben descontaminarse o ser eliminados de acuerdo a las normas técnicas emitidas por el Ministerio del Ambiente.

Art. 191.- Los sitios destinados exclusivamente a la disposición final de desechos peligrosos, deberán contar con un programa de monitoreo y vigilancia post-clausura durante 30 años, durante los cuales su uso será restringido, estos sitios deberán estar de cuadamente señalizados.

Art. 192.- Para el método de eliminación mediante inyección controlada en pozos profundos se deberá estudiar minuciosamente la geología de la región. El alcance geográfico de la investigación debe extenderse lo suficiente como para garantizar que las regiones adyacentes no serán afectadas.

Art. 193.- Previo al diseño de un pozo a ser perforado, se deberá contar con la licencia ambiental otorgado por parte del MA.

Art. 194.- La disposición final de desechos peligrosos mediante este método, deberá cumplir con las normas técnicas emitidas por el MA.

Art. 195.- Las características geológicas mínimas que deberá cumplir el estrato donde van a ser depositados los desechos peligrosos en forma permanente, son:

1. El área del pozo de desecho debe ser geológicamente estable

2. La formación para eliminación o recepción de desechos debe tener una buena permeabilidad para aceptar el desecho y ser lo suficientemente grande para recibir desechos por un tiempo razonablemente prolongado.

3. Debe existir estratos impermeables entre la formación de eliminación de desecho y la superficie o agua para consumo humano existente en el subsuelo. No deben existir fracturas verticales las cuales podrían provocar que el desecho entre en contacto con el agua del subsuelo.

4. La formación debe estar aislada de los reservorios de petróleo y gas.

CAPÍTULO III

DE LOS MECANISMOS DE PREVENCIÓN Y CONTROL

Sección I

PROHIBICIONES GENERALES

Art. 196.- Se prohíbe el vertido de desechos peligrosos en sitios no determinados y autorizados por parte del MA o por las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva o que no cumplan con las normas técnicas y el tratamiento dispuesto en este instrumento.

Igualmente, queda prohibida la mezcla de desechos peligrosos con no peligrosos para fines de difusión.

Art. 197.- Las personas que manejen desechos peligrosos en cualquiera de sus etapas, deberán contar con un plan de contingencia en caso de accidentes, el cual

deberá estar permanentemente actualizado y será aprobado por el MA o por las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva.

Art. 198.- Quienes desarrollen o se apresten a ejecutar actividades que generen desechos peligrosos, deberán solicitar y obtener la licencia ambiental por parte del MA para continuar haciéndolas o para empezarlas, según el caso. La solicitud deberá ir acompañada de un estudio de impacto ambiental de dichas actividades.

Art. 199.- El generador, recolector, transportador, reciclador, almacenador y quien realice tratamiento y disposición final de desechos peligrosos, deberá estar cubierto por una póliza de seguro que cubra accidentes y daños contra terceros.

Art. 200.- El MA o las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva periódicamente y cuando sea necesario, realizará inspecciones de vigilancia y control de la gestión de los desechos peligrosos en cualquiera de las etapas de su manejo.

Para este fin, de ser necesario, coordinará con las competentes autoridades de la fuerza pública para recibir el apoyo del caso.

Art. 201.- Cualquier ampliación o extensión de las etapas del manejo de desechos peligrosos deberá ser notificada al MA con el fin de conseguir los permisos correspondientes.

Sección II

DEL REGISTRO DE LOS DESECHOS PELIGROSOS

Art. 202.- La persona que maneje desechos peligrosos en cantidades que superen las establecidas en la norma técnica correspondiente, en cualquiera de sus fases, deberá registrarse y obtener la licencia ambiental otorgada por el MA o las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva.

No obstante, quienes exporten desechos peligrosos, cualquiera sea la cantidad de los mismos, siempre deberán registrarse y obtener la licencia ambiental antes indicados.

Previamente a la solicitud de registro y otorgamiento de la licencia, el MA está obligado a requerir al generador. la información adicional o complementaria que sea necesaria.

Art. 203.- Los generadores obligados a registrarse, tendrán un plazo de ciento veinte (120) días corridos a partir de la fecha de notificación por parte del MA, para tramitar la obtención del correspondiente licencia ambiental. Si las condiciones de funcionamiento no permitieren su otorgamiento, la Autoridad estará facultada a prorrogar por una sola vez este plazo.

Art. 204.- Quienes emprendan actividades nuevas cuyos procesos generen desechos peligrosos, de acuerdo a lo establecido en el Régimen Unico de Evaluación de Impactos Ambientales tendrán un plazo de 90 días a partir de su funcionamiento, para registrarse.

Art. 205.- El MA otorgará o denegará la licencia ambiental en un plazo no mayor de sesenta (60) días, contados desde la presentación de la solicitud y la totalidad de sus requisitos.

Art. 206.- Las personas que hayan adquirido la licencia ambiental correspondiente, deberán reportar al MA o las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva, anualmente, por escrito y con la firma de responsabilidad del representante legal, la cantidad, clasificación y origen de los desechos peligrosos.

Art. 207.- Cada movimiento de desechos peligrosos desde su generación hasta su disposición final, deberá acompañarse de un manifiesto único sin el cual no se podrá realizar tal actividad.

Es decir, tanto generador, almacenador, transportista, reciclador, como el que realiza el tratamiento y la disposición final, intervendrán en la formalización del documento de manifiesto, en el que cada uno de ellos es responsable por la función que realiza.

Art. 208.- Los generadores, almacenadores, recicladores, transportadores, y las personas que realicen tratamiento y disposición final de los desechos peligrosos, se asegurarán que sus empleados encargados del manejo de los desechos peligrosos tengan el entrenamiento necesario y cuenten con el equipo apropiado, con el fin de garantizar su salud.

Sección III

CONDICIONES PARA EL TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL

Art.209.- Las operaciones de tratamiento y disposición final de desechos peligrosos se sujetarán a las normas técnicas aprobadas por el MA. Cualquier otra tecnología o procedimiento de eliminación de desechos peligrosos propuestos, deberán ser expresamente autorizados por el MA.

Art.210.- Los poseedores u operadores de plantas de tratamiento y/o disposición final, deberán contar con la licencia ambiental correspondiente. Serán responsables de todos los daños producidos por su inadecuado manejo u operación.

Art.211.- Las plantas de tratamiento y/o de disposición final, recibirán desechos peligrosos únicamente de los transportistas que cuenten con la licencia ambiental otorgados por el MA y que se hallen con el manifiesto correspondiente.

Art.212.- Las plantas de tratamiento y de disposición final de desechos peligrosos deberán cumplir con los siguientes requisitos mínimos:

1. Estar alejadas al menos a quinientos metros del poblado más cercano.

2. Contar con un estudio de impacto ambiental aprobado por el MA, previo a su instalación
3. Cumplir con las normas de calidad ambiental establecidas en las leyes, reglamentos y ordenanzas pertinentes.
4. Registrarse ante el MA o las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva para obtener la correspondiente licencia ambiental para su funcionamiento.
5. Contar con una franja de amortiguamiento alrededor de la planta, de por los menos cien metros.
6. Recibir los desechos únicamente con el manifiesto correspondiente debidamente legalizado.
7. Informar en forma anual al MA y a las autoridades seccionales que tengan la delegación respectiva a cerca de la cantidad de desechos tratados, de los que se generen como resultado del tratamiento y de los destinados a la disposición final.