

**AVANCE EXPLORATORIO DEL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DEL ACEITE
AUTOMOTOR USADO, COMO RESIDUO PELIGROSO GENERADO EN LAS
ACTIVIDADES DE CAMBIO DE ACEITE EN DIFERENTES
ESTABLECIMIENTOS DE LA CIUDAD DE CALI**

**NATALIA CATALINA MOLINA SÁNCHEZ
NATHALIE ROSSANA RANKIN GÓMEZ**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO II
SANTIAGO DE CALI
2013**

**AVANCE EXPLORATORIO DEL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DEL ACEITE
AUTOMOTOR USADO, COMO RESIDUO PELIGROSO GENERADO EN LAS
ACTIVIDADES DE CAMBIO DE ACEITE EN DIFERENTES
ESTABLECIMIENTOS DE LA CIUDAD DE CALI**

**NATALIA CATALINA MOLINA SÁNCHEZ
NATHALIE ROSSANA RANKIN GÓMEZ**

**Trabajo de grado presentado como requisito para obtener el título de
Ingeniero Industrial**

**Tutor Académico
SORY CAROLA TORRES QUINTERO
Bioquímica**

**UNIVERSIDAD ICESI
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO II
SANTIAGO DE CALI
2013**

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	13
1. AVANCE EXPLORATORIO DEL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DEL ACEITE AUTOMOTOR USADO, COMO RESIDUO PELIGROSO GENERADO EN LAS ACTIVIDADES DE CAMBIO DE ACEITE EN DIFERENTES ESTABLECIMIENTOS DE LA CIUDAD DE CALI	17
1.1 TITULO DEL PROYECTO	17
1.2 PROBLEMÁTICA	17
1.2.1 Análisis del problema.....	17
1.2.2 Planteamiento del problema	20
1.2.2.1 Causas	20
1.2.2.2 Consecuencias.....	21
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	22
1.3.1 Línea de investigación	22
1.3.2 Papel del Ingeniero Industrial	22
1.3.3 Entendimiento de métodos y prácticas de carácter mundial	23
1.4 DELIMITACIÓN	24
1.4.1 Limites	24
1.4.1.1 Tiempo	24
1.4.1.2 Espacio	24
1.4.1.3 Tipo de proyecto.....	25
1.4.1.4 Tipo de investigación.....	25
1.4.1.5 Impacto	25
1.4.2 Alcance	25
2. OBJETIVOS.....	28

2.1 OBJETIVO GENERAL	28
2.2 OBJETIVO DEL PROYECTO	28
2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	28
3. MARCO DE REFERENCIA	29
3.1 ANTECEDENTES	29
3.2 MARCO TEÓRICO	34
3.2.1 RESPEL – Residuos Peligrosos	34
3.2.2 Aceites Lubricantes.....	35
3.2.3 Aceite Lubricante como Residuo Peligroso	37
3.2.4 Usos Autorizados.....	38
3.2.5 Herramientas de Análisis	40
3.3 MARCO LEGAL.....	42
4. METODOLOGÍA	45
4.1 MATRÍZ DE MARCO LÓGICO.....	45
5. ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO	53
5.1 RECURSOS DISPONIBLES.....	53
5.1.1 Humanos	53
5.1.2 Económicos	53
5.1.3 Tecnológicos.....	54
5.1.4 Información	54
5.1.5 Entidades.....	54
5.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	55
5.3 EQUIPO DE INVESTIGADORES	58
6 DESARROLLO DEL PROYECTO	59
6.1 DIAGNÓSTICO DEL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN FINAL DEL ACEITE AUTOMOTOR USADO EN LA CIUDAD DE CALI.....	59

6.1.1	Introducción	59
6.1.2	Metodología y Desarrollo	61
6.1.2.1	Clasificación de los establecimientos y código CIIU.....	61
6.1.2.2	Identificación de establecimientos que generen aceite usado como residuo en la ciudad de Cali	63
6.1.2.3	Muestreo	64
6.1.2.4	Recolección de información	66
6.1.3.	Análisis de Resultados.....	71
6.1.3.1	Información General.....	71
6.1.3.2	Protección Personal	74
6.1.3.3	Proceso de Cambio de Aceite Automotor	80
6.1.3.4	Disposición Final	81
6.1.3.5	Aspectos Generales	89
6.1.3.6	Proceso de Transporte.....	95
6.1.4.	Conclusiones	102
6.2	GUIA DE MANEJO AMBIENTAL DEL ACEITE AUTOMOTOR USADO	108
6.2.1	Introducción	108
6.2.2	Alcance	109
6.2.3	Objetivos.....	110
6.2.3.1	Objetivo General	110
6.2.3.2	Objetivos Específicos	110
6.2.4	Antecedentes.....	111
6.2.5	Marco Teórico.....	112
6.2.5.1	Generalidades del Aceite	112
6.2.5.2	Impacto en la Salud Humana y el Ambiente	112
6.2.5.3	Usos Autorizados	113

6.2.5.4 Interventores en el Manejo de Aceites Usados	114
6.2.6. Marco Conceptual.....	116
6.2.7 Marco Legal	118
6.2.8 Justificación	121
6.2.9. Elementos de Protección Personal	122
6.2.9.1 Overol o ropa de trabajo.....	122
6.2.9.2 Botas o zapatos antideslizantes	122
6.2.9.3 Guantes resistentes a la acción de hidrocarburos.....	122
6.2.9.4 Gafas de seguridad	123
6.2.10 Elementos y Condiciones Necesarias.....	124
6.2.10.1 Acopio de Aceites Usados	124
6.2.10.2 Movilización o Transporte de Aceites Usados.....	130
6.2.10.3 Tratamiento y Disposición Final	133
6.2.11. Procedimientos	136
6.2.11.1 Recibo de aceite en el establecimiento	136
6.2.11.2 Almacenamiento temporal.....	136
6.2.11.3 Entrega de aceite usado a empresas autorizadas	136
6.2.12. Condiciones de Seguridad	138
6.2.12.1 Planes de contingencia	138
6.2.12.2 Extintores	138
6.2.12.3 Derrames, goteos o fugas	139
6.2.12.4 Incendios	139
6.2.12.5 Hoja de seguridad	140
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	143
7.1 CONCLUSIONES	143

7.2 RECOMENDACIONES.....	150
9. BIBLIOGRAFÍA.....	153
10. ANEXOS.....	158

LISTA DE TABLAS Y GRÁFICAS

	Pág.
Tabla 01. Porcentaje de Ventas de vehículos.....	19
Tabla 02. Estimaciones de aceite usado para el año 2008.....	20
Tabla 03. Indicadores porcentuales del destino de aceites usados	34
Tabla 04. Legislación Colombiana que Regula la Gestión de Aceites Usados	43
Tabla 05. Matriz de marco lógico	45
Tabla 06. Actividades económicas principales y códigos CIU de los establecimientos	63
Tabla 07. Población total de cada tipo de establecimiento	64
Tabla 08. Muestreo estratificado de los establecimientos generadores de aceite usado	65
Tabla 09. Porcentaje de participación en muestra de cada tipo de establecimiento	71
Tabla 10. Porcentaje de aceite generado en cada tipo de establecimiento	72
Tabla 11. Cantidad y porcentaje de vehículos que solicitan un cambio de aceite al mes	72
Grafico 01. Porcentaje de cada tipo de vehículo comprendido en el parque automotor analizado	73
Tabla 12. Frecuencia de vehículos que realizan cambios de aceite en los establecimientos	74
Tabla 13. Cantidad numérica y porcentual de establecimientos que cumplen con el uso de los implementos de protección personal	75
Tabla 14. Porcentaje de establecimientos que se acogen a algún tipo de norma, ley o manual que rija su protección personal	75
Grafico 02. Disposición final de los overoles o uniformes de trabajo	77
Grafico 03. Disposición final de botas antideslizantes	78
Gráfico 04. Disposición final de guantes resistentes a la acción de hidrocarburos	79
Grafico 05. Disposición final de gafas de protección	79

Tabla 15. Porcentaje de establecimientos que cuentan con capacitaciones para sus trabajadores	80
Tabla 16. Porcentaje del tipo de entidad que brinda las capacitaciones.....	81
Tabla 17. Porcentaje de disposición final del aceite automotor usado.....	82
Grafico 06. Porcentaje de cumplimiento de las condiciones de almacenamiento..	83
Tabla 18. Cuestionamientos sobre las condiciones de almacenamiento del aceite usado	83
Grafico 07. Actividades que se desarrollan en la misma área de almacenamiento de aceite usado.....	86
Tabla 19. Porcentaje de uso de los diferentes tipos de contenedor temporal.....	90
Grafico 08. Porcentaje del material utilizado para limpiar los goteos o derrames de aceite usado en el establecimiento	91
Grafico 09. Porcentaje de disposición final de los materiales utilizados para limpiar derrames y goteos de aceite usado	93
Grafico 10. Tiempo de almacenamiento del aceite usado en los establecimientos	94
Tabla 20. Cantidad de aceite generado en menos de un mes en los establecimientos	95
Grafico 11. Método utilizado para realizar el proceso de traslado del aceite usado desde el contenedor temporal al medio de transporte	96
Grafico 12. Tipo de recipiente utilizado para realizar el transporte del aceite	97
Grafico 13. Normatividad relacionada con el transporte del aceite automotor usado	98
Grafico 14. Porcentaje correspondiente a la recolección de aceite por parte de las empresas autorizadas y entidades desconocidas.....	99
Tabla 21. Usos del aceite usado por parte de las entidades recolectoras	100
Tabla 22. Porcentaje y cantidad de establecimientos que controlan la venta del aceite usado a través de una factura	101
Tabla 23. Porcentaje y cantidad de establecimientos que aseguran acogerse a la reglamentación expuesta por el DAGMA.....	101

Tabla 24. Análisis DOFA del Manejo y Disposición del Aceite Automotor Usado en la Ciudad de Cali.....105

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Porcentaje de prácticas de disposición final de los aceites usados	30
Figura 02. Proceso de recuperación de aceites.....	31
Figura 03. Volumen de aceite usado aprovechado y dispuesto correctamente por operadores avalados por el FAU. Promedio mensual nacional	32
Figura 04. Cronograma de actividades	55
Figura 05. Trabajador de estación de servicio	76
Figura 06. Recipiente de almacenamiento temporal de aceite usado y nuevo	84
Figura 07. Área de almacenamiento temporal demarcada y con la señalización que indica cuan peligroso es el residuo	85
Figura 08. Zona de almacenamiento aislada, ventilada y exclusiva	86
Figura 09. Área de almacenamiento de aceite usado y aceite nuevo.....	87
Figura 10. Área de almacenamiento correcta	88
Figura 11. Área de almacenamiento incorrecta	88
Figura 12. Punto de acopio	89
Figura 13. Tambor de 55 gl.....	90
Figura 14. Tanque de mayor capacidad	90
Figura 16. Recipientes de almacenamiento de aserrín limpio y sucio	92
Figura 17. Sistemas para conexión de bomba de extracción de aceite	96
Figura 18. Implementos de protección personal	123
Figura 19. Área de lubricación	125
Figura 20. Recipiente de recibo primario	126
Figura 21. Área de almacenamiento temporal	128
Figura 22. Área de almacenamiento temporal	129
Figura 23. Vehículo que transporta tambores de 55 galones o de mayor capacidad, que contienen aceite usado	132
Figura 24. Carro tanque que transporta aceite usado.....	133

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Estimación del aceite usado a partir del total de ventas de aceite lubricante nuevo en la ciudad de Cali.	158
Anexo 2. Operadores de aceite usado avalados por el FAU	159
Anexo 3. Esquemas del proceso realizado por las plantas de recolección y tratamiento del FAU.	160
Anexo 4. Sustancias contaminantes presentes en los aceites usados	162
Anexo 5. Criterios para definir a un residuo como peligroso.....	163
Anexo 6. Categorización de los RESPEL según corrientes de desecho.	166
Anexo 7. Categorización de los RESPEL según el Convenio de Brasiela, a partir de su composición	167
Anexo 8. Sectores económicos de mayor generación de residuos peligrosos en el Valle del Cauca.....	168
Anexo 9. Clasificación SAE para aceites lubricantes.....	169
Anexo 10. Clasificación API para Motores Nafteros	170
Anexo 11. Base de datos empresas generadoras de aceite usado encuestadas	172
Anexo 12. Encuesta realizada a empresas generadoras de aceite usado	175
Anexo 13. Mapas de las comunas en las que se encuentran ubicados los establecimientos visitados. Mapas de la IDESC (Infraestructura de Datos Especiales de Santiago de Cali)	181
Anexo 14. Lista de chequeo para los transportadores de aceites lubricantes usados	189
Anexo 15. Disposición de lodos provenientes del tratamiento de aceites lubricantes usados	190
Anexo 16. Lista de Chequeo para los establecimientos generadores de Aceite Automotor Usado como residuo peligroso	195

GLOSARIO

ACEITE: Término que se le da a diversos líquidos grasos de múltiples orígenes, los cuales son insolubles en agua y tienen menor densidad que ésta

ACEITE USADO: Todo aceite lubricante, de motor, de transmisión o hidráulico con base mineral o sintética de desecho que por efectos de su utilización, se haya vuelto inadecuado para el uso asignado inicialmente.

ACEITE USADO TRATADO: Todo aquel que ha sido sometido mediante medios físicos, químicos o biológicos a un proceso de limpieza de elementos tales como sedimentos, compuestos de cloro, metales pesados, solventes y otros elementos provenientes de aditivos y de usos originales como aceite lubricante en vehículos o sistemas industriales, a excepción de aquellos usados como aceites dieléctricos en transformadores, equipos de refrigeración, entre otros, hasta niveles aceptables de tal forma que pueden ser usados para su aprovechamiento energético como combustibles en actividades industriales.

ACP: Asociación Colombiana del Petróleo, es el gremio que agrupa a las compañías petroleras privadas en Colombia. Los miembros de la Asociación desarrollan actividades de exploración, explotación, transporte y distribución de petróleo, sus derivados y gas natural.

AMVA: Área Metropolitana del Valle de Aburrá. Es una entidad administrativa de derecho público, integrada por los municipios de Medellín, Barbosa, Girardota, Copacabana, Bello, Itagüí, La Estrella, Sabaneta y Caldas. Sus funciones son planificar el territorio puesto bajo su jurisdicción, ser autoridad ambiental en la zona urbana de los municipios que la conforman, ser autoridad de transporte masivo y metropolitano y ejecutar obras de interés metropolitano.

API: American Petroleum institute – Instituto American del Petróleo. Es la sociedad estadounidense más grande de la industria petrolera y del gas natural, referente a su producción, refinamiento, distribución y muchos otros aspectos relacionados con esta industria.

BORSI: Bolsa Nacional de Residuos y Subproductos Industriales. es un mecanismo creado por el Centro Nacional de Producción Más Limpias y Tecnologías Ambientales de Colombia con el fin de fomentar el intercambio de residuos y subproductos industriales, por medio transacciones de compraventa entre demandantes y ofertantes y a través de la recuperación, el reciclaje y la reintroducción de dichos materiales a las cadenas productivas.

CLINKER: También conocida como caliza cocida, principal materia prima del cemento, compuesto de una especie de bolas de color grisáceo de tamaño similar al diámetro de una pelota de golf o un poco más pequeñas. Es sometido a un proceso de cocción, para luego ser triturado por unos molinillos especiales y así obtener el cemento.

CORANTIOQUIA: Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. Se encargan de ejecutar políticas, planes, programas y proyectos sobre el medio ambiente y recursos naturales renovables, cumplir y aplicar de manera oportuna las disposiciones legales vigentes sobre la disposición, manejo y aprovechamiento de éstos, conforme a las regulaciones, pautas y directrices expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente.

CVC: Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca. Es la entidad que se encarga de administrar los recursos naturales renovables y el medio ambiente del departamento. Es su máxima autoridad ambiental, quien en alianza con diversos actores sociales, nace para la preservación de un ambiente sano y contribuye al mejoramiento de la calidad de vida de la población y la competitividad de la región en el marco del desarrollo sostenible.

DAGMA: Departamento Técnico Administrativo de Gestión del Medio Ambiente. Es la máxima autoridad ambiental en el Municipio de Cali y, como tal, es el organismo técnico director de la gestión del medio ambiente y de los recursos naturales, responsable de la política y de la acción ambiental encargada de aplicar las normas de la Constitución Política, decretos y leyes que apliquen en cada caso.

DAMA: Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente de Bogotá

DAMAB: Departamento Administrativo del Medio Ambiente Barranquilla

DESECHO: Todo residuo que por distintos factores no puede ser reutilizado en el proceso productivo, por lo que no generará más ningún valor.

DESPERDICIO: Todo aquel material sobrante de un proceso, debido al mal cálculo de los requerimientos del mismo o debido a distintos factores que impidan su completa utilización.

EPA: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. Sus prioridades son tomar acción sobre el cambio climático, mejorar la calidad del aire, asegurar el adecuado manejo de las sustancias químicas, la limpieza de las comunidades, proteger las aguas estadounidenses, expandir la conversación sobre

ambientalismo y trabajar para la justicia ambiental y por último, desarrollar fuertes consorcios con estados y tribus.

FAU: Fondo de Aceites Usados, es una iniciativa voluntaria, que refleja la responsabilidad social de los principales fabricantes de lubricantes que lo conforman en el país (ExonMobil, Chevron, Castrol, Terpel, Petrobras, Biomax y Shell) y se materializó con la firma del convenio que lo constituyó en enero de 2002. Su objetivo principal es promover e incentivar esquemas organizados de autogestión empresarial, con altos estándares ambientales para el adecuado aprovechamiento y disposición del aceite usado.

FENDIPETROLEO: Fendipetróleo Nacional es la Federación Nacional de Distribuidores de Combustibles y Energéticos. Entidad gremial sin ánimo de lucro encargada de fomentar el desarrollo de los distribuidores de combustible y gas natural vehicular. Otorga beneficios a los distribuidores minoristas de combustibles afiliados.

FUNDACION CODESARROLLO: Entidad privada sin ánimo de lucro, realizan la gestión social y ambiental de importantes proyectos hidroeléctricos, mineros, viales, de infraestructura, agropecuarios. Implementan procesos de reciclaje gracias a su experiencia en la recolección, transformación y comercialización de residuos. Tienen una red de recolección y compra de plásticos a nivel nacional, operando para importantes compañías en cuanto al manejo integral de sus residuos postindustriales. Comercializan residuos a través de sus plantas de reciclaje de Pet-Plásticos y Vidrio.

HIDROCARBURO: Son una fuente de energía y generadores de electricidad, usados para el transporte aéreo, acuático y terrestre, en las industrias químicas, farmacéuticas, militares y alimentarias, manufactura de plásticos y diversos materiales, incluyendo su uso en salud, impermeabilización e iluminación. Se consideran como las principales sustancias o materias primas de las que se derivan los demás compuestos orgánicos pues son los más simples, considerados como los principales.

LOGISTICA REVERSIVA: Componente de la cadena de suministro de una empresa comercializadora de bienes o servicios dentro de la cadena donde opera, que permite la gestión integral de los desechos, residuos y desperdicios (DRD) generados por el negocio. A partir de ésta, la generación de valor es demostrada a través de la explicación de lo que ocurre en cada eslabón de la cadena productiva con los DRD y la posibilidad de integrar las actividades relacionadas con la logística reversiva a la gestión de las operaciones de un negocio.

LUBRICANTE: Sustancia que impide el contacto entre dos piezas móviles, no se degrada, y forma una película que permite su movimiento incluso a elevadas

temperaturas y presiones. Es toda sustancia (gaseosa, líquida o sólida) que reemplaza una fricción entre dos piezas en movimiento relativo, por la fricción interna de sus moléculas, que es mucho menor

REPAMAR: Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos. Se encarga de formar profesionales de diversas disciplinas en los temas ambientales, con énfasis en tecnologías de producciones más limpias, el manejo y control de los residuos, y mejoramiento de sistemas de saneamiento básico. Promueve la producción de nuevas tecnologías que minimicen la generación de residuos y permitan su adecuada disposición en el nivel domiciliario e industrial, así como ampliar la cobertura y la calidad de los servicios de saneamiento básico.

RESIDUO: Aquel desperdicio que aún puede generar valor.

RESPEL: Residuo peligroso. Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características CRETIB: corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

SAE: Society of Automotive Engineers, por sus siglas en inglés, o Sociedad de Ingenieros Automotrices. Su objetivo principal es desarrollar los estándares o la unificación de las normas y materiales de las diferentes industrias de la aviación, automóviles e industrias comerciales de vehículos.

UPME: La Unidad de Planeación Minero Energética es una Unidad Administrativa Especial del orden Nacional, de carácter técnico, adscrita al Ministerio de Minas y Energía, cuyo objetivo es planear en forma integral, indicativa, permanente y coordinada con las entidades del sector minero energético el desarrollo y aprovechamiento de los recursos energéticos y mineros, producir y divulgar la información minero energética requerida.

1. AVANCE EXPLORATORIO DEL MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DEL ACEITE AUTOMOTOR USADO, COMO RESIDUO PELIGROSO GENERADO EN LAS ACTIVIDADES DE CAMBIO DE ACEITE EN DIFERENTES ESTABLECIMIENTOS DE LA CIUDAD DE CALI

1.1 TITULO DEL PROYECTO

Avance exploratorio del manejo y disposición final del aceite automotor usado, como residuo peligroso generado en las actividades de cambio de aceite en diferentes establecimientos de la ciudad de Cali

1.2 PROBLEMÁTICA

1.2.1 Análisis del problema

Cada año, aproximadamente 40.000.000 de galones de aceites lubricantes son consumidos en Colombia, una parte es producida por ECOPETROL¹ y la otra es importada de países como Venezuela y Estados Unidos. Una vez este aceite virgen es convertido en aceite usado, el 40% es consumido por el trabajo del motor y alrededor del 60% es utilizado en distintas actividades (BORSI, 2002)².

En el Valle del Cauca los aceites lubricantes usados se estiman en 16.070 toneladas anuales (CVC, 2012)³, siendo de gran preocupación la cantidad aún no estimada de aceite que queda como residuo en los filtros cuando se efectúa el cambio de estos y son desechados de manera incorrecta, pues según una investigación realizada por la Universidad del Valle entre los años 2005-2007, además de contaminar el suelo y las aguas, la quema indiscriminada de filtros produce unas 150 toneladas de residuos que se transforman en contaminantes atmosféricos como benzopirenos, crisenos, óxido de azufre y óxido de plomo que deterioran la calidad del aire (Carvajal, 2008). A través de un análisis técnico que se realizó en este mismo estudio, se evaluó la factibilidad para el aprovechamiento de los materiales de estos filtros, demostrando que es posible la recuperación de casi el 100% de los materiales constitutivos del dispositivo y que además el proceso de recuperación incrementaría el manejo integral de medio millón de galones de aceites lubricantes usados, facilitando la reinserción y vida útil de estos residuos como materias primas de nuevas cadenas productivas. Pero a pesar de

¹ Empresa Colombia de Petróleos S.A

² Bolsa Nacional de Residuos y Subproductos Industriales

³ Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

que se han adoptado medidas para el adecuado tratamiento tanto de aceites como de filtros, estas han resultado poco eficientes debido a la falta de cobertura, es decir, no se logra cubrir con los residuos del departamento en su totalidad.

La cantidad de aceite automotor usado generado en la ciudad de Cali, como se observa en el Anexo 1, en el que se realiza una estimación de esta cantidad a partir de la venta de aceite nuevo, es de 2.043.152,85 galones/año para motores de gasolina y diésel. En este mismo anexo se estipula que el 65% de este aceite usado es recuperable, pero con la capacidad de recolección que se tenía en ese entonces, haciendo referencia al año 1991, solo se podrían recolectar aproximadamente 60.000 galones de aceite al mes.

En la actualidad esto no ha cambiado mucho y aunque no se tienen cifras exactas a cerca de la capacidad de recolección, se estima que el aumento ha sido poco, pues ante la CVC⁴ y el DAGMA⁵ tan solo dos empresas están autorizadas para realizar estas labores, la primera es Combustibles W.D.F LTDA ubicada en el municipio de Yumbo y dedicada principalmente a la recolección, almacenamiento, recuperación, tratamiento y comercialización de aceites usados. La segunda es Combustibles Juanchito ESP ubicada en el corregimiento de Juanchito, municipio de Candelaria, que por su parte se dedica a la recolección, transporte, tratamiento y aprovechamiento de aceites usados provenientes de lubritecas, concesionarios, estaciones de servicio, talleres, industrias y demás establecimientos generadores y acopiadores de éste residuo (CRQ)⁶. Esta última se encuentra avalada por el FAU⁷, junto a otros operadores a nivel nacional (Anexo 2); el fondo asegura que para el 2008 en Cali, se realizaba una recolección de 333 mil galones anuales de 976 mil generados, incluyendo también los provenientes de algunas industrias.

Como lo indica la Tabla 1, Cali se encuentra en el tercer lugar en orden descendente de las principales ciudades del país con más ventas de vehículos tanto ensamblados como importados, además su parque automotor según una publicación realizada por la Secretaría de Tránsito y transporte de la ciudad, para el 2008 ascendió a 321.314 vehículos, cifra que según los datos consignados en este artículo iba en crecimiento.

⁴ Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca

⁵ Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente

⁶ Corporación Regional del Quindío

⁷ Fondo de Aceites Usados

Tabla 01. Porcentaje de Ventas de vehículos

Ciudad	Porcentaje Ventas Mercado Vehicular
Bogotá	42,2%
Medellín	12,6%
Cali	10,3%
Bucaramanga	5,3%
Barranquilla	6,5%
Pereira	2,9%
Cartagena	3,1%
Ibagué	2,4%
Villavicencio	2,4%
Manizales	1,3%
Tunja	1,6%
Neiva y Florencia	1,6%
Pasto	1,3%
Montería y Sincelejo	1,1%
Armenia	0,6%
Envigado	0,5%
Otras	4,5%

Fuente. (ANDI, 2013)⁸

En la Tabla 02, gracias a un documento emitido por la REPAMAR⁹ (Azevedo, 2002), se cuenta con datos del año 2000, que indican que para un parque automotor de 255.800 vehículos, se generaron 1.450.000 galones de aceite usado. Por otra lado se tiene para el año 2008, el parque automotor era de 312.314 vehículos, según la Secretaria de Tránsito y Transporte (Secretaría de Tránsito y Transporte - Cali, 2009). Partiendo de estos datos, se estimó que la cantidad de aceite nuevo para el año 2000 era de 2.416.667 galones anuales equivalentes a un 100% de la cantidad de aceite usado generada (60%) y se calculó que un auto consumía al año 9,45 toneladas, de las cuales 5,67 resultaban siendo residuo, es decir, aceite usado. De aquí que para el año 2008, tomando en cuenta el consumo de aceite por unidad de vehículo, se obtuvo que la cantidad resultante como residuo fuera de 1.770.349 galones y el total de lubricante comprado fue de 16.725.347 galones en el año.

⁸ Asociación Nacional de Empresarios de Colombia

⁹ Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos

Tabla 02. Estimaciones de aceite usado para el año 2008

Año	Parque automotor (und)	Total Aceite Usado (gal/año)	Total Aceite Nuevo (gal/año)	Cantidad Aceite Usado por Vehículo (gal/und-año)	Cantidad Aceite Nuevo por Vehículo (gal/und-año)
2000	255.800	1.450.000	2.416.667	5,67	9,45
2008	312.314	1.770.349	2.950.582	5,67	9,45

Fuente: Las autoras

Con el aumento del sector automotor de la Ciudad, la cantidad de aceite que requieren los vehículos como automóviles, camionetas, camperos y camiones se ha incrementado, pero no a la par ha crecido el conocimiento de la reglamentación que regula el manejo y la disposición final del aceite usado, ni la capacidad de recolectar del residuo por parte de empresas autorizadas para su tratamiento, dando lugar a una problemática ambiental de gran envergadura.

1.2.2 Planteamiento del problema

Tener conocimiento sobre la alta demanda de aceites lubricantes en la ciudad, sobre las pocas empresas que se dedican a la recolección y tratamiento de este aceite cuando es convertido en un residuo peligroso y a cerca de las graves afecciones que una mala disposición de este RESPEL trae consigo a la salud humana y al medio ambiente, permite identificar las siguientes causas y consecuencias:

1.2.2.1 Causas

- Falta de identificación por parte del DAGMA de todos los establecimientos que realicen el trabajo de cambio de aceite, con el fin de ejercer un control sobre sus actividades.
- Con la investigación que se está llevando a cabo, hasta el momento solo se han identificado dos empresas que brindan el servicio de recolección, almacenamiento, reutilización, tratamiento y transporte de aceites usados, lo que demuestra que la capacidad para darle una buena disposición a este residuo es muy poca en comparación con la que demanda el uso de aceite en una ciudad con más de 200 establecimientos que utilizan este producto en sus labores diarias.
- Existencia de un proceso insipiente de información y aplicabilidad del Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados (Ministerio de Ambiente, 2006). A pesar de que el manual existe, el desarrollo del trabajo que consiste en la difusión y reconocimiento del mismo, se está

dando de manera pausada, lo que representa un gran tiempo en el que los encargados de los establecimientos pueden estar dando un mal manejo y disposición del aceite usado.

- Falta de una mejor difusión de la Guía de Estaciones de Servicio emitida por Fendipetroleo¹⁰ (Fendipetroleo), pues la manera en como es divulgada es a través de conferencias y capacitaciones dictadas por los mismos funcionarios de la entidad a todos los trabajadores o a unos pocos para que estos sean los encargados de transmitirlo a los demás.

1.2.2.2 Consecuencias

- Se asume que el 26% de aceite usado en Colombia va a los alcantarillados (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2004), a esto se suma el hecho de que una gota de aceite usado puede contaminar un (1) m³ de agua (ACP, 2013)¹¹, dando como resultado un peligroso factor de riesgo, que entre sus efectos negativos tiene las graves afecciones en la salud de las personas, ya que algunos de sus componentes químicos (Anexo 4) son altamente cancerígenos.
- Quemadas indiscriminadas del aceite usado, que según estudios desarrollados por la Agencia de Protección Ambiental – EPA, liberan más plomo al aire que cualquier otra fuente industrial, estas quemadas deberían estar regidas por la Resolución 1446 de 2005, por la cual se modifica parcialmente la Resolución 415 del 13 de marzo de 1998, que establece los casos en los cuales se permite la combustión de aceites de desecho o usados y las condiciones técnicas para realizar la misma. La incineración inadecuada de 5 litros de aceite provocaría la contaminación del aire respirable por una persona durante tres años (1 Millón de m³), (ACP, 2013).
- Los aceites lubricantes usados pueden penetrar el suelo contaminando aguas tanto superficiales como subterráneas, afectando así ecosistemas acuáticos y la transferencia de oxígeno. También se da la contaminación de suelos en caso de derrames del residuo o de su disposición en rellenos sanitarios o botaderos a cielo abierto (Ministerio de Ambiente, 2006).

Una vez identificadas tanto las causas como las consecuencias que trae consigo el mal manejo del este residuo peligroso tanto en el medio ambiente como en la salud humana, se puede identificar la importancia de tener una adecuada utilización de los aceites y determinar en qué estado se encuentra la ciudad de Cali en materia de tratamiento de aceites usados por parte de empresas

¹⁰ La Federación Nacional de Distribuidores de Combustibles y Energéticos

¹¹ Asociación Colombiana de Petróleo

autorizadas, y de la buena disposición final que le concierne a los establecimientos que prestan el servicio de cambio de aceite lubricante automotor.

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

La justificación e importancia que tiene el proyecto en el campo profesional es expuesta en los siguientes puntos:

1.3.1 Línea de investigación

El proyecto se encuentra incluido en la línea de investigación C, diseño y gestión para la sostenibilidad y el medio ambiente (Departamento Ingeniería Industrial, 2013).

En el campo del ingeniero industrial, temas como el medio ambiente es uno de los diferentes enfoques que puede tomar la carrera, por ello profundizar en esta temática no es solo un logro investigativo personal de aprendizaje y conocimiento, sino que es de gran importancia en estos momentos en la ciudad, pues aunque existen leyes que reglamentan el manejo de los residuos peligrosos como la Ley 253 de 1996, aprobación del Convenio de Brasilea que consagra el principio del manejo ambiental racional de los desechos peligrosos, la Resolución Distrital 1188 del 1º de Septiembre de 2.003 que reglamenta el manejo de aceite usado y algunas otras, no existe control alguno en cuanto a disposición final de este residuo, en los establecimientos no autorizados por las entidades de control departamentales y locales.

Por ello al profundizar en este proyecto se podría confirmar que los ingenieros industriales están capacitados para desempeñar un trabajo de investigación que involucre principalmente conceptos relacionados con la conservación del medio ambiente y la logística reversiva que debería existir en los cierres de ciclo del aceite automotor.

1.3.2 Papel del Ingeniero Industrial

El proyecto confirma que el ingeniero industrial desempeña un papel de intermediario entre la empresa, la sociedad y el medio ambiente.

Los ingenieros industriales son los encargados de optimizar y/o mejorar los recursos obtenidos del medio que los rodea con el fin de producir más bienes y servicios que benefician a los clientes y consumidores finales, a través de unos procesos de transformación creados por la empresa. En estos procesos se encuentran involucrados diferentes recursos físicos y maquinaria y equipos que requieren del aceite para un adecuado funcionamiento, convirtiéndose en insumo

vital para la empresa, por ello garantizar que este producto que en un principio actúa como un insumo para llevar a cabo diferentes actividades tanto cotidianas como productivas, no se convierta en una fuente contaminante y dañina cuando se desgaste y se vuelva finalmente un residuo peligroso.

De esta manera, la labor del ingeniero no solo será velar por el flujo adecuado de bienes y servicios, sino también cuidar que en cada eslabón los procesos se lleven de manera responsable con el cuidado del medio ambiente, poniendo en marcha el correcto aprovechamiento de los recursos y su apropiado tratamiento y disposición final.

Por ello, se considera que el proyecto aportaría nuevas formas de ir en contra de la evolución negativa del medio ambiente que se ha creado por la necesidad de explotar recursos, en ocasiones indiscriminadamente, para conseguir más materia prima en un menor tiempo (Anaya & Acosta, 2010). El diagnóstico al cual se quiere llegar, aportaría ideas consignadas en la guía de manejo ambiental, en pro de la creación de prácticas encaminadas a la reducción del impacto que la industria provoca en el ambiente local, presentando cifras que avalen la situación actual de la ciudad de Cali en relación con el manejo del aceite automotriz usado.

1.3.3 Entendimiento de métodos y prácticas de carácter mundial

A través del proyecto no solo se tratarán métodos y prácticas de otros países en cuestión del manejo y disposición que le dan al aceite usado, sino que a través del planteamiento de alternativas de manejo ambiental, que será la última etapa del proyecto, se intentará apropiarse de estas estrategias de carácter mundial a la realidad de la ciudad de Cali.

Al intentar apropiarse de procesos que se llevan a cabo en otros países, es decir realizar un benchmarking mundial comparando siempre la situación actual del manejo de RESPEL¹², en este caso aceite automotriz usado en Cali, se amplía la manera de pensar de los ingenieros, pues al profundizar en determinada problemática las personas se apropian de la situación y de las posibles soluciones y aún más si se está evaluando comparativamente la ciudad de Cali con otras del mundo. A través de esto se quiere realizar una investigación que sirva de punto de comparación en cuanto a cómo se debe realizar un correcto manejo de los aceites automotores usados, tomando como referencia países Europeos, en México y Estados Unidos.

¹² Residuos Peligrosos

1.4 DELIMITACIÓN

1.4.1 Limites

Los límites bajo los cuales se orientará la realización del proyecto han sido determinados tanto por la naturaleza de la temática del mismo, como por la extensión que este puede llegar a tener, pues de los límites establecidos depende el alcance del diagnóstico y la guía ambiental propuesta. Los límites que regirán el proyecto son los siguientes:

1.4.1.1 Tiempo

El tiempo de duración del proyecto se estima de 10 meses, que van desde el mes de febrero donde la propuesta de investigación fue planteada y aprobada, hasta noviembre, mes para el cual se espera entregar el análisis de los resultados obtenidos tanto del proceso investigativo como del trabajo de campo y el diagnóstico y la guía debidamente estructurados.

1.4.1.2 Espacio

- Ubicación geográfica: para la realización del proyecto, se limitará como territorio de análisis y área de estudio la ciudad de Cali, exceptuando los barrios o aquellas zonas de la ciudad en las que se pueda poner en riesgo la seguridad e integridad física de las estudiantes. Así, el trabajo de campo se llevará a cabo en las comunas 2, 3, 4, 8, 9, 17, 19 y 22 de la ciudad y en los establecimientos hacen parte de los siguientes barrios de la ciudad de Cali: Parcelaciones Pance, Urbanización Ciudad Jardín, Ciudad Campestre, Los Cámbulos, Prados del Norte, La Flora, Vipasa, 3 de Julio, Urbanización Tequendama, Nueva Tequendama, Refugio, Caldas, San Nicolás, San Vicente, Obrero, Versalles, Calima, Belalcázar, San Bosco, Bretaña, Las Quintas de Don Simón, Los Portales-Nuevo Rey, Primero de Mayo, El Limonar, La Floresta, Atanasio Girardot, Chapinero y Primitivo Crespo.
- Población objetivo: la población de estudio que abarca el proyecto comprende los establecimientos certificados ante la Cámara de Comercio como estaciones de servicio, talleres, concesionarios y lubritecas, los cuales tienen entre sus actividades económicas el cambio de aceite automotor.
- Tipo de aceite lubricante: la investigación estará orientada a diagnosticar la disposición final del aceite automotor usado, excluyendo otro tipo de aceites como el doméstico y el industrial. Debido a que no hay un proceso de separación del aceite que es extraído del motor, de la caja y la transmisión, porque en las instalaciones de las empresas generadoras todos son depositados en el mismo recipiente para su posterior disposición, se tomará el conjunto de estos aceites reunidos en cada establecimiento como el aceite automotor usado.

- Tipo de motores y parque automotor: el proyecto solo concentra información referente a motores a gasolina y diésel y en cuanto al parque automotor, agrupa automóviles, camionetas, camperos y camiones, incluyendo un tipo de vehículo de servicio público que son los taxis y excluyendo las busetas que aun operan en la ciudad, las motos y el sistema integrado de transporte masivo.
- Sector y subsector: el proyecto se ubica en el sector secundario o industrial, que comprende todas las actividades relacionadas con la extracción de recursos y transformación de alimentos, bienes o mercancías, en este caso se habla de la transformación del petróleo en aceite automotor. El subsector es el automotor, pues el proyecto se enfocará en el aceite usado proveniente de automóviles, camionetas, camperos y camiones.

1.4.1.3 Tipo de proyecto

El proyecto está encaminado en la realización de un diagnóstico, es de tipo investigativo y su campo de acción concierne principalmente a los establecimientos que trabajan en el cambio de aceite automotriz ubicados en el área referente a la ciudad de Cali. Para el desarrollo del proyecto se tomará una muestra de esta población de establecimientos y se analizará el manejo y disposición final que estos le dan al aceite usado automotriz, resultante de su trabajo.

Este proyecto involucra variables estadísticas a través de las cuales se evaluará el estado de la ciudad en cuanto al manejo de un residuo peligroso, que implica consecuencias en aspectos y variables de tipo medio ambientales y de salubridad.

1.4.1.4 Tipo de investigación

El proyecto se realizará bajo una investigación descriptiva o diagnóstica.

1.4.1.5 Impacto

El proyecto tendrá impacto en el campo medio ambiental, pues definirá el estado de la ciudad en temas del manejo de un residuo catalogado como peligroso y que posee diversas consecuencias negativas en cuanto a recursos naturales y ecosistemas que son contaminados por su mala disposición.

1.4.2 Alcance

Con el proyecto se quiere finalmente realizar un diagnóstico de la disposición final que se le está dando al aceite automotor usado en la ciudad de Cali, evaluando de

manera paralela los factores ambientales que se ven afectados con un mal tratamiento de dicho residuo.

Lo que se pretende con el proyecto es realizar un análisis enfocado en la parte media de la cadena de abastecimientos que incluye la comercialización, distribución y disposición final (reutilización o desecho) del aceite, para sentar las bases de futuras investigaciones que incluyan la parte inicial del tubo que es incluir el concepto de la utilización de aceites ecológicos para erradicar la problemática ambiental de raíz y la parte final del tubo, es decir , los procesos de tratamiento que se pueden aplicar al aceite usado y a través de los cuales este residuo se puede reutilizar disminuyendo su impacto ambiental.

De igual forma, se propondrá una guía sobre el manejo y la disposición del aceite usado, basada en dos manuales, el primero llamado Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados, implementado en la ciudad de Bogotá, creado por el convenio 063 de 2005 (Ministerio de Ambiente, 2006). Este manual se encuentra dividido en cuatro grandes capítulos: procedimientos para el manejo de aceites lubricantes usados durante la etapa de acopio, procedimientos para el transporte de aceites lubricantes usados, procedimientos para el manejo de aceites lubricantes usados durante el almacenamiento y procedimientos para el manejo de aceites lubricantes usados en las instalaciones de tratadores o disponedores finales. El segundo es el Manual de Normas y Procedimientos para la Gestión de Aceites Usados, el 1 de septiembre de 2003 se adoptó legalmente su uso en la ciudad de Bogotá D.C a través de la resolución 1188. Este también se divide en cuatro capítulos que se asemejan a los del primer manual.

Sin embargo, la guía que se propone hará énfasis en la los tres primeros, es decir, en la sección de los generadores de residuos, de manera que se abra paso a futuras investigaciones sobre las diversas alternativas a implementar para el tratamiento de este residuo por parte de las empresas generadoras.

A continuación se muestra un comparativo entre la estructura de los dos manuales existentes y la guía que se elaborara:

Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados	Manual de Normas y Procedimientos para la Gestión de Aceites Usados	Guía de Manejo Ambiental del Aceite Automotor Usado
☐ Temas abordados	☐ Temas abordados	☐ Temas abordados
☐ Procedimientos para el manejo de aceites lubricantes usados durante la etapa de acopio ☐ Procedimientos para el transporte de aceites lubricantes usados ☐ Procedimientos para el manejo de aceites lubricantes usados durante el almacenamiento ☐ Procedimientos para el manejo de aceites lubricantes usados en las instalaciones de tratadores o disponedores finales ☐ Esquema general de un plan de contingencia	☐ Normas y procedimientos para el manejo de aceites usados en las instalaciones de acopiadores primarios ☐ Normas y procedimientos para la movilización de aceites usados ☐ Normas y procedimientos para el manejo de aceites usados en las instalaciones de acopiadores secundarios ☐ Normas y procedimientos para el manejo de aceites usados en las instalaciones de procesadores y/o dispositores finales	☐ Elementos de protección personal para el manejo de este RESPEL ☐ Elementos y condiciones necesarias en el acopio del aceite (área de lubricación y área de almacenamiento temporal), en el transporte del residuo y en el tratamiento y disposición final del mismo. ☐ Ampliación de procedimientos ☐ Condiciones de seguridad

El primer manual podría ser aplicado en la ciudad de Cali, pero no existe el personal suficiente, ni la gestión que asegure su implementación, el segundo es un manual que opera por la resolución 1188 en Bogotá y lo que se espera con la guía, es que haya una aplicabilidad en Cali, actuando sobre los principales actores involucrados en el proceso manejo y disposición del aceite usado.

Con esta guía se pretende abordar de manera más efectiva dos sectores de los cuatro relacionados con el manejo y disposición del aceite automotor usado, como se muestra en el comparativo, para así centrar la investigación en el foco principal de la problemática y empezar a tratar el problema desde la fuente donde se genera.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Contribuir al uso o manejo adecuado de los aceites automotores en la ciudad de Cali.

2.2 OBJETIVO DEL PROYECTO

Realizar un diagnóstico del manejo y disposición final de aceites automotores usados en la ciudad de Cali y generar una guía de manejo ambiental de este residuo peligroso

2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Reconocer el campo de trabajo y el sector automotor, identificando los establecimientos donde se generen aceites lubricantes degradados por el uso en vehículos automotores como residuo en la ciudad de Cali.
- Análisis del manejo y porcentaje estimado de aceite usado por los vehículos y captado por los establecimientos seleccionados.
- Diseñar una guía de manejo ambiental del aceite automotor usado donde se especifique el manejo y disposición adecuado para este residuo

3. MARCO DE REFERENCIA

3.1 ANTECEDENTES

Tanto en Colombia como en otros países en vía de desarrollo, el buen manejo de los residuos que se generan crece en menor medida y velocidad que el sector industrial, generador de residuos en su mayoría peligrosos, por lo que se podría decir que el efectivo control de éstos se encuentra aún en su etapa de inicio. Por el contrario, en Europa y algunos países de América, las personas que trabajan con los aceites usados y demás residuos peligrosos, se encuentran concientizadas de las consecuencias a las que conlleva un mal manejo y disposición de los mismos, siendo países donde los gobiernos dedican tiempo, presupuesto e investigación para la generación de posibles soluciones de manejo ambiental, de canales de disposición final de estas sustancias, alternativas de reutilización del aceite, refinamiento de los aceites usados y biorremediación, y no aplazan las decisiones que permitan establecer instalaciones adecuadas para el tratamiento o eliminación de este RESPEL. En Estados Unidos de Norteamérica se establece que los aceites usados deberán ser reciclados o eliminados de manera adecuada por las autoridades locales de gestión de residuos o las tiendas de reparación de automóviles.

El aceite usado puede ser refinado para lubricantes, procesado para aceites combustibles y utilizado como materia prima para las industrias de refinería y petroquímicas (Environmental Protection Agency EPA, 2010).

La EPA expone como datos de interés para promover el aprovechamiento y adecuado manejo y disposición de este residuo peligroso que reciclando tan solo 2 galones de aceite usado se puede generar electricidad suficiente para sostener el promedio del consumo de una casa durante 24 horas y que además son necesarios 42 galones de petróleo crudo, pero tan solo 1 galón de aceite usado para producir 2,5 cuartos de un aceite lubricante nuevo de alta calidad (Environmental Protection Agency EPA, 2010).

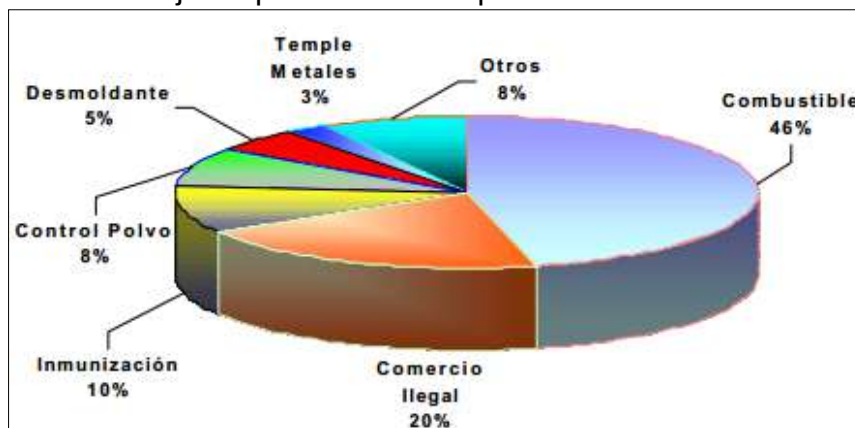
En países como Australia e Irlanda, se hace uso de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos de acuerdo con convenios establecidos para el control de movimientos internacionales de RESPEL¹³, esto debido a que estos países no tienen la capacidad ni de reducir la generación de estos residuos a través de programas de prevención, ni de tratarlos adecuadamente en su totalidad. Este tipo de traslados se realizan bajo estricto control legal y solo entre países pertenecientes al convenio de Brasilea, tal como

¹³ Residuos Peligrosos

lo expone el plan piloto de manejo de residuos peligrosos para las estaciones de servicio (EDS) de los departamentos del Valle del Cauca y el Cauca – Colombia, en el que además de abordar temas de carácter internacional acerca del aceite usado, también realizaron una identificación de los residuos peligrosos en las estaciones de servicio, un diagnóstico de la situación ambiental de las estaciones de servicio en la base de datos de Sodicom Fendipetroleo y una formulación de estrategias para el manejo adecuado de los residuos peligrosos.

La Unidad de Planeación Minero Energética del Ministerio de Minas y Energía, en octubre de 2001 realizó un estudio titulado Transformación de los aceites usados para su Reutilización como Energéticos en el Proceso de Combustión, en este proyecto se tomó como base los resultados obtenidos en la figura 01, resultantes de análisis tanto cualitativos como cuantitativos de las actividades realizadas en la cadena comercial de este residuo. Según los porcentajes, se observa un factor de preocupación para el sector energético, representado por ese 46% de utilización de aceite como combustible de manera indiscriminada, sin reglamentación y sin brindarle antes un tratamiento adecuado para evitar implicaciones ambientales.

Figura 01. Porcentaje de prácticas de disposición final de los aceites usados



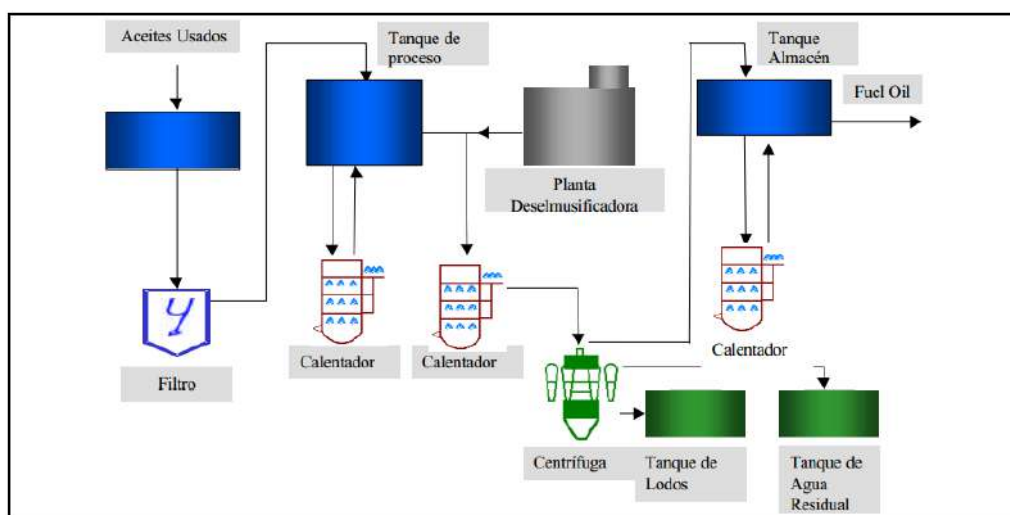
Fuente. UPME 2001

La UPME¹⁴ realiza este estudio basándose en 295 PYMES (Pequeñas y medianas empresas) de las 4 principales ciudades del país, evaluando su comportamiento con respecto al manejo energético que le dan al aceite usado y su nivel de aceptación hacia un combustible formulado con base en el recurso peligroso, encontrando una gran aprobación de estas prácticas debido a los puntos porcentuales de ahorro que esto significa para este sector empresarial y a los beneficios que trae al país en cuestión de que se puede disponer de un volumen

¹⁴ La Unidad de Planeación Minero Energética

de combustóleo excedente para la población. A pesar de estos factores beneficiosos, la investigación arroja que existe una carencia estructural, organizacional y tecnológica que le brinde al aceite un tratamiento adecuado antes de ser utilizado como combustible, para evitar emisiones contaminantes a la atmosfera en el proceso de combustión. Este tratamiento incluye dos procesos, como se observa en la figura 02, la adecuación del aceite usado mediante procesos de filtración para retirar partículas gruesas y la remoción de partículas finas, mediante procesos de sedimentación y centrifugación.

Figura 02. Proceso de recuperación de aceites



Fuente. UPME 2001

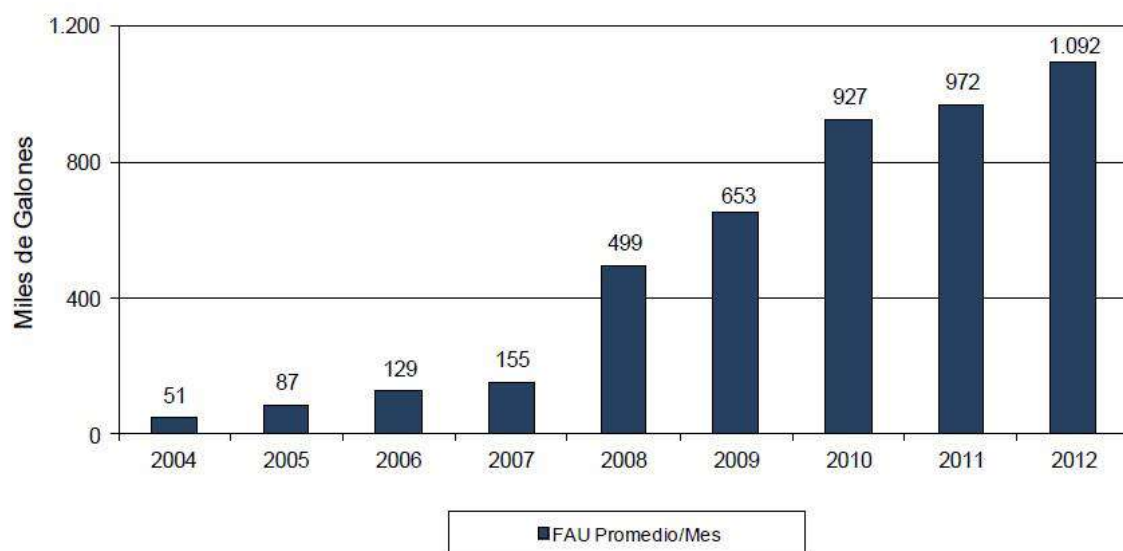
Este estudio concluye en que es necesario minimizar al máximo la generación de residuos peligrosos ya sea mediante la reducción de sus características peligrosas o evitando su producción, pero para ello se requiere del diseño de políticas y estrategias que definan acciones para sustituir procesos de producción contaminantes por procesos limpios, para generar la capacidad técnica con el fin de darle el manejo y tratamiento de residuos peligrosos, para permitir la transferencia e innovación tecnológica y para considerar primordialmente los aceites usados como potenciales sustitutos energéticos (Ministerio de Minas y Energía - UPME, 2001). Pero a pesar de esto no existe registro alguno de la implementación del proyecto, aunque en él se exponen grandes beneficios económicos a largo plazo.

El FAU¹⁵ de la ACP¹⁶, a pesar de que ha venido realizando una gran labor en materia de recolección de aceite usado en el país, aun cuenta con un déficit en la

¹⁵ Fondo de Aceites Usados

capacidad de recolección, pues tan solo unas pocas empresas a nivel nacional están avaladas para la ejecución de estas labores como se aprecia en el Anexo 2 y en su gran mayoría están ubicadas en Bogotá. En este anexo 3 se exponen los procesos que el fondo de aceites usados utiliza para la recolección y reutilización de los mismos, estrategia que les ha dado un buen resultado, pues desde el 2004, hasta el 2012 el volumen de aceite usado aprovechado y dispuesto correctamente ha ido en aumento como se observa en la figura 03.

Figura 03. Volumen de aceite usado aprovechado y dispuesto correctamente por operadores avalados por el FAU. Promedio mensual nacional



Fuente. Reporte de gestión FAU, 2012.

Para el 2008 en Cali, la FAU realizaba una recolección de 333 mil galones de 976 mil generados (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - Osinergmin, 2008), esta cantidad que representa el 34,11% está constituida por los aceites resultantes en estaciones de servicio, establecimientos de cambio de aceite e industrias. Sin embargo este porcentaje está muy por debajo de las expectativas de cubrimiento de la recolección del 100% del aceite generado.

Un artículo técnico publicado en la Bolsa de Residuos y Subproductos Industriales, titulado Aceite Usado Generado por los Motores en la Ciudad de Cali. Alternativas de Uso (Nuñez, 2000), se enfoca en destacar la importancia del medio ambiente

¹⁶ Asociación Colombiana de Petróleo

en Colombia y la manera como la mala disposición del aceite usado atenta contra su conservación.

En esta investigación se expone todo lo relacionado con los aceites, desde su elaboración y como están constituidos, hasta el planteamiento de alternativas para su adecuada disposición final, basándose en prácticas del exterior y destacando aquellas que es viable implementarlas en el territorio Colombiano, tales como la bioremediación del aceite usado y la inclusión como combustible en procesos productivos del Clinker.

A nivel internacional este tema ha tenido mayores aplicaciones, pues como se menciona anteriormente, a pesar de que en Colombia se han realizado proyectos investigativos y se han planteado propuestas de mejora y alternativas de recuperación de los aceites usados, algunos no se han logrado implementar, por lo tanto la cobertura de los que están funcionando no consigue abarcar con la totalidad del aceite generado.

Según un estudio de la REPAMAR¹⁷, titulado Revisión y Análisis de las Experiencias de Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador y México Respecto a los Cinco Elementos Claves para el Manejo Ambiental de Lubricantes Usados, se basa en una recopilación exhaustiva de estudios realizados en el tema, propios de cada país, evaluando cinco puntos de acción como lo son los aspectos tecnológicos, jurídicos, de capacitación, de participación social e instrumentos económicos. En este mismo estudio, se analizan los porcentajes de utilización de los aceites en los diferentes países, lo cual se adjunta en la tabla 2, que muestra la disposición que cada país le da a este residuo peligroso, dando la oportunidad de establecer comparaciones entre los mismos.

En la tabla 2 se observa que tanto Argentina como México recuperan el aceite para usos como combustible en la elaboración del cemento, por su parte Brasil al contar con la infraestructura requerida, destina el mayor porcentaje de aceite usado a su refinación, mientras que Colombia y Ecuador presentan una gran variabilidad en cuanto a la disposición del residuo, pues lo destinan a actividades como tratamiento e inmunización de maderas, eliminación de malezas, en carreteras, en talleres y también como combustibles. Demostrando una vez más

¹⁷ Red Panamericana de Manejo Ambiental de Residuos

que en Colombia hace falta una mayor gestión en cuanto al buen manejo del aceite usado.

Tabla 03. Indicadores porcentuales del destino de aceites usados

	Argentina	Brasil	Colombia	Ecuador	México
Re-refino		69,2%			
Recuperado para usos como combustible (cemento y otros)	38,0%		46,0%	42,0%	33,0%
Tratamiento maderas			10,3%		
Malezas y curados				2,0%	
Carreteras, bloques, agente desmoldante			12,9%	3,3%	
Temple de metales			2,6%		
Talleres y usos en motores				7,8%	
Otros			2,2%		
Sin datos, desconocido. Alcantarillado	62,0%	31,0%	26,0%	37,7%	67,0%

Fuente. REPAMAR, junio de 2002.

3.2 MARCO TEÓRICO

3.2.1 RESPEL – Residuos Peligrosos

Para el desarrollo efectivo del proyecto se deben tener algunas bases teóricas que permitirán comprender aspectos esenciales del problema y de las operaciones que se requieren realizar, así como conceptos metodológicos que permitirán y facilitarán el cumplimiento de los objetivos.

Para comenzar, en la definición de RESPEL se habla de un concepto que procede de un código adoptado en Colombia por la Ley 253 de 1996 (Naciones Unidas, 1989), el cual caracteriza a los residuos peligrosos como sustancias corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables y biológico infecciosas”, reducido en las siglas CRETIB. También se conoce como CRETIP, donde la “P” significa patógeno, que se considera un sinónimo de biológico. En el Anexo 5 se exponen las características de peligrosidad, expuestas en la Guía para la Definición y Clasificación de Residuos Peligrosos, expedida por la CEPIS¹⁸.

¹⁸ Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente

Los RESPEL son generados por distintas actividades de servicios, actividades agrícolas, la minería, energía nuclear y en general las actividades industriales; son obtenidos en procesos de transformación que no han usado eficientemente sus materias primas, además de otros que provienen de los procesos de descontaminación de componentes que no son destruidos y son utilizados en el tratamiento de otros residuos (Rodríguez & Irabién, 1999). Éstos surgen también a partir de las impurezas presentes en algunos materiales, las características de ciertas sustancias al dar término a su vida útil, inadecuadas prácticas de distintas operaciones, de los procesos que requieren altos niveles tecnológicos, en algunas ocasiones, no son llevados a cabo correctamente, etc.

Algunos de estos residuos son los desechos clínicos, productos farmacéuticos, las baterías con mercurio de equipos electrónicos, desechos de diversos productos químicos, los aceites usados de automotores, entre otros. Parte de sus componentes son metales pesados, cianuros, dibenzo p-dioxinas, fenoles, productos fitosanitarios, éteres, compuestos de cromo, cadmio, selenio, plomo o mercurio, hidrocarburos aromáticos policíclicos (PAH), plomo y derivados del fósforo.

La Guía para La Definición y Clasificación de los Residuos Peligrosos (CEPIS, 2010), los define como aquel residuo que, en función de sus características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y patogenicidad puede presentar riesgo a la salud pública o causar efectos adversos al medio ambiente, sin incluir a los residuos radioactivos. Esta guía los clasifica según su composición, estado físico y origen, dentro de unas categorías, que se deben controlar, y que están establecidas en el Convenio de Brasilea. En el Anexo 6 se muestran las categorías y a partir de las corrientes de desecho y el Anexo 7 muestra las categorías con base en las sustancias que constituyen a los residuos. Las últimas dos categorías del Anexo 7, fueron añadidas a la tabla por las autoras, aunque pertenecen al Anexo 9 del documento y son mencionadas como categorías de desechos que requieren una consideración especial. En el Anexo 8 se encuentran los sectores con mayor generación de residuos.

3.2.2 Aceites Lubricantes

En cuanto a las sustancias de baja densidad e insolubles en agua, conocidas como aceites, se tienen varios tipos que pueden ser combustibles, minerales y comestibles. Los de interés en este caso son los dos primeros, los cuales son mezclas líquidas de color amarillo pardo, obtenidos del petróleo crudo o de sustancias vegetales, como lo son el biodiesel o los biocombustibles. Algunas de las sustancias químicas que contienen, pueden ser de rápida y fácil evaporación. Se producen a partir de distintos procesos de refinación, cuyo nivel depende del uso que se le vaya a dar: combustibles para motores, lámparas, calentadores,

hornos y estufas, etcétera; o también se pueden producir a partir de un proceso de síntesis química, recibiendo el nombre de mineral o lubricante sintético, según como hayan sido procesados.

Son distinguidos los unos de los otros por medio de la composición de hidrocarburos, los puntos de ebullición que poseen y los aditivos químicos que contengan, los cuales les brindan las propiedades de antidesgastes, detergentes o dispersantes. Los aceites minerales son usados como lubricantes en la industria metalmecánica mientras los aceites lubricantes en la automotriz, y son caracterizados especialmente por su viscosidad, la capacidad de lubricación y su capacidad de disipar el calor, para reducir las consecuencias que traería la fricción entre las distintas superficies al tener contacto directo. Algunas de estas consecuencias podrían ser desgaste, ruido, golpes, vibraciones y calor en exceso. Además de éstas funciones, tiene otros usos como el de evitar la formación de residuos gomosos, lodos y mantener limpias las piezas del motor, formando una película continua y resistente entre las piezas.

Según como lo establece la Cámara Argentina de Lubricantes (CAL), la clasificación de los aceites automotores se realiza a partir del sistema SAE (Sociedad de Ingenieros Automotores), la API (Instituto Americano del Petróleo) y la ACEA (Asociación de Constructores Europeos de Automóviles). El primero, clasifica los aceites en diferentes grados de viscosidad, que determinan su utilización según la temperatura a la que esté el motor; la API los clasifica según las diferentes condiciones de servicio que deben soportar en el motor de características y tipo específicos; la ACEA desarrolló un sistema de gerenciamiento de la calidad, que requiere que todos los lubricantes bajo esta clasificación, sean elaborados en plantas que posean un sistema auditable de calidad.

La clasificación SAE tiene en cuenta las condiciones ambientales del conjunto y su viscosidad, sin contar su calidad, ni los aditivos que contiene o su aplicación; establece una escala numérica de diez grados SAE, comenzando desde cero (SAE 0°), mínima viscosidad de los aceites o máxima fluidez. Existe una relación directamente proporcional donde a medida que el grado va aumentando, la viscosidad aumentará también y el aceite se hará más espeso. Se categorizan los aceites automotores así:

- **Monogrado:** se evalúa el aceite por un solo grado de viscosidad, arrancando en frío desde una temperatura a -18°C o arranque en caliente, hasta una temperatura de 100°C . Con una escala de diez grados SAE, se tienen los grupos SAE 0W, SAE 5W, SAE 10W, SAE 15W, SAE 20W y SAE 25W, para invierno (W por sus siglas en inglés) o bajas temperaturas y para altas temperaturas se encuentran los SAE 20, SAE 30, SAE 40 y SAE 50.

Estos grupos son indicadores de los márgenes de temperatura dentro de los cuales el aceite funcionará sin problema cuando el entorno se encuentra a determinado grado. Estos aceites no son comúnmente utilizados debido a que son para lugares donde no existen cambios climáticos bruscos a lo largo del año, donde un aceite de grado bajo se utilizaría en lugares con bajas temperaturas y otro de grado alto en verano, siendo usados en algunas ocasiones especiales. Por ejemplo en motores que tengan problemas de compresión.

- **Multigrados:** se utilizan cuando existen cambios significativos en la temperatura del ambiente, de forma que con las especificaciones de un solo aceite se cubran las necesidades del motor durante todo el año. Estos se identifican por dos grados SAE, donde cada uno pertenece a alguno de los grupos mencionados anteriormente: los grados de invierno o los de verano. Así, un aceite SAE 10W 40, se comportará como un aceite 10W SAE en invierno y un SAE 40 cuando se encuentre en altas temperaturas. Para mayor protección, se buscará entonces un aceite cuyo primer número sea lo menor posible, mientras el segundo sea lo más alto que se pueda (Pérez Galera). Ver Anexo 9.

Por otro lado, la clasificación realizada por la API¹⁹, clasifica los aceites según su capacidad para asumir los requerimientos y exigencias de cada motor, de acuerdo con el diseño y condiciones de operación. Así, la condición o clase de servicio es designada por medio de la letra “S”, de service, servicio en inglés, para los aceites que requieren los motores nafteros y motores a gasolina como autos pequeños y camiones livianos; y la letra “C”, de comercial, para motores a diésel, vehículos comerciales, agrícolas, de construcción, etc. Cada una de estas letras, va seguida de otra, la cual simboliza la exigencia del servicio o calidad del aceite y va desde la “A”, para el de menor calidad, hacia delante, siendo de mejor calidad aquella letra que a mayor altura se encuentre en el alfabeto. Esta es una clasificación abierta, por lo que a medida que se requieren mejores lubricantes para los nuevos diseños de motor, se van definiendo nuevos niveles de desempeño, estableciendo como obsoletos algunos que han sido definidos anteriormente. Los niveles de la clasificación API se muestran en las tablas del Anexo 10.

3.2.3 Aceite Lubricante como Residuo Peligroso

Los aceites usados son clasificados como residuo peligroso en la categoría Y8, que se titula “Desechos de aceites minerales no aptos para el uso al que estaban

¹⁹ Instituto Americano del Petróleo

destinados”, del Convenio de Basilea, el cual fue ratificado por Colombia mediante la Ley 253 de Enero 9 de 1996. Una vez ha sido removido del vehículo y reemplazado por uno nuevo, debe tener un adecuado manejo y disposición, pues por sus propiedades RESPEL, se convierte en un problema para la salud de las personas que lo manipulan o que de alguna forma tienen contacto con él y para el medio ambiente.

Cuando se da la incorrecta disposición del aceite lubricante usado y materiales contaminados con este, el aceite se vuelve parte del lixiviado que llega a las aguas subterráneas, contaminándolas, dejándolas no aptas para el consumo humano. Su vertimiento sobre la superficie, impide el intercambio de oxígeno con el medio ambiente, por lo que es perjudicial tanto para el hombre como para todos los seres vivos. La quema de esta sustancia en condiciones no controladas, emite mayor cantidad de plomo, toxina que envenena el sistema nervioso central en mayor cantidad que cualquier otra sustancia o fuente industrial, siendo uno de los mayores contaminantes del aire y a su vez, junto con los demás metales pesados como el Cromo, Cadmio y Arsénio, componentes de los aceites, es un potente agente cancerígeno, atrayente de graves consecuencias en la salud. Más de 3000 tipos de cáncer son generados por la quema del aceite lubricante usado, contaminado con PCB (bifeilos policlorados), bajo condiciones no controladas y a temperaturas insuficientes y los PAH generados en todos los motores de combustión interna (Ministerio de Ambiente, 2006). En el Anexo 4 se encuentra el listado de la sustancias contaminantes que componen el aceite usado.

3.2.4 Usos Autorizados

Al aceite lubricante usado se la ha dado varios usos informales en los que se manipula y dispone sin ningún parámetro de seguridad o medida que evite hacerle daño al ambiente o a la salud humana pues se reusa sin realizarle ninguna clase de limpieza o tratamiento que reduzca los sedimentos, los compuestos de cloro, metales pesados, los solventes u otros elementos provenientes de aditivos y de usos originales. Según la Gestión de Aceites Usados en Bogotá – Resolución 1188 de 2003²⁰ (Grupo Hidrocarburos SAS - DAMA) ²¹estos usos son:

- Inmunizante de madera
- Control de polvo en carreteras
- Como desmoldante, antiadherente en actividades

²⁰ Por la cual se adopta el Manual de Normas y Procedimientos para la Gestión de Aceites Usados en el Distrito Capital, emitida por el DAMA. Con base en esta norma, el Grupo Hidrocarburos de la SAS, implementó y puso en marcha un plan de trabajo para evaluar la gestión del aceite usado como residuo peligroso en la ciudad, tanto por acopiadores, movilizados y procesadores.

²¹ Las siglas DAMA equivalen a Departamento Administrativo del Medio Ambiente

Sin embargo, se han establecido ciertas actividades en las que puede ser aprovechado el residuo y darle un uso que ha sido previamente autorizado por la autoridad ambiental. Se esta manera, se puede transformar el residuo convirtiéndolo en un producto nuevo por medio de:

- La recuperación y aprovechamiento para la regeneración de bases lubricantes, por medio del trabajo realizado por las refinerías, en donde se dan procesos físico-químicos que permiten que estas bases sean empleadas de nuevo como materias primas, de acuerdo con los estándares de calidad
- A partir de los lineamientos establecidos en la Resolución 415 de 1998 (Ministerio del Medio Ambiente, 1998), el aprovechamiento como combustible para calderas y hornos industriales

Realizar un procedimiento de refinación del aceite equivaldría a un adecuado cierre de ciclo de las operaciones de los negocios que manejen estos aceites, introduciendo así, el concepto y la aplicación de la logística reversiva donde se buscará realizar la debida gestión del producto a través de toda la cadena operativa, analizando e integrando a cada miembro de la cadena de suministro para que al desarrollar un correcto manejo y disposición de los lubricantes, teniendo así un adecuado manejo ambiental, se pueda llegar de nuevo al comienzo del proceso y reutilizar este desecho como materia prima de distintas actividades.

En el proyecto Reproceso y Comercialización de Aceite Lubricante Usado - Plan de negocios para una Nueva Empresa: Sustental S.A. (Nervo Montero, 2011) definen a la logística reversiva como el proceso de retiro, transporte y almacenamiento de materia prima desde los puntos de generación (en este caso puntos de cambio de aceite) hasta las plantas de proceso o centros de concentración intermedios. Consiste en disponer de lugares adecuados para almacenamiento de aceite usado en los puntos de venta, los vehículos necesarios en formato y cantidad para su transporte a planta y la planificación y coordinación de la cadena logística.

Cabe resaltar que en la presente investigación, solo se mencionará de este tema como una oportunidad a futuro de una mayor y mejor preservación del medio ambiente, conservaciones de recursos naturales, además de algunas valiosas razones económicas que requieren ser profundizadas en gran medida, como lo son: el ahorro energético que se generaría, los ahorros de inversión, la mejora de la balanza comercial y la desaparición de mercados sumergidos, según lo expresa Ángela María Gómez Giraldo en su proyecto Logística en Reversa: Manejo Integral y Uso de Aceites Lubricantes Automotrices (Gómez Giraldo, 2005).

3.2.5 Herramientas de Análisis

Sobre los conceptos que permitirán lograr los objetivos, es necesario tener en cuenta que un diagnóstico se lleva a cabo sobre datos y hechos que han sido recogidos y ordenados de manera sistemática, los cuales permitirán juzgar y analizar lo que sucede en alguna situación de interés. Para ello se requiere realizar una investigación, definida por (Sabino, 1992), como “un esfuerzo que se emprende para resolver un problema, claro está, un problema de conocimiento” o como la definen (Cervo & Bervian, 1998) “una actividad encaminada a la solución de problemas. Su objetivo consiste en hallar respuesta a preguntas mediante el empleo de procesos científicos”. Se puede clasificar como descriptiva, exploratoria o explicativa, a partir de su nivel o profundidad, diseño y el propósito o fin que se quiera lograr con el estudio que se realice.

Para el caso, el tipo de investigación de interés es la descriptiva, la cual consiste en la caracterización de una situación o “fenómeno” concretos, donde se indiquen los rasgos que hacen especial a esta situación y la diferencian de las demás. Su objetivo es conocer un escenario, las costumbres y las actitudes o comportamientos más comunes de éste, describiendo detalladamente las actividades, los procesos, las personas y/o objetos que coexisten, identificando la relación entre sus variables. Para esto, los investigadores recogen los datos de tipo cualitativo, resumen la información y la analizan, buscando dar respuesta a una hipótesis o teoría que se desea comprobar respecto a la situación en particular, y con esto poder realizar alguna conclusión acerca de ella.

Algunos de los procedimientos que se deben realizar para llevar a cabo una investigación son la definición de la hipótesis o la teoría que se quiere comprobar, elegir las fuentes de donde se puede obtener la información valedera, seleccionar las técnicas para recolectar los datos, categorizar la información y organizarla de manera que se facilite su análisis, interpretarlos y realizar observaciones tanto generales como exactas. En esta práctica se requiere información del manejo que distintos establecimientos - pertenecientes a la ciudad de Cali, relacionados con los automotores - le están dando a los aceites lubricantes usados, una vez las sustancias han cumplido con su vida útil. Entre estos establecimientos se encuentran estaciones de servicios, lubritecas, talleres y concesionarios, ubicados en distintas zonas de la ciudad.

Para la recolección de datos se utilizarán técnicas como la observación, las encuestas y la realización de entrevistas. La observación implica la realización directa del trabajo de campo, presenciando personalmente y dejando alguna clase de registro visual de la situación, permitiendo obtener datos cualitativos y cuantitativos. Con ella, las situaciones y los fenómenos que son conocidos de

manera directa e inmediata. Sin embargo, es un método muy amplio que debe ser complementado con los otros dos.

Previo a la recolección de datos, se debe establecer cuáles serán las fuentes a las que se acudirán para poder obtener la información. En este caso, como se mencionó anteriormente, se tiene una población de gran tamaño, los establecimientos donde realiza el cambio de aceite lubricante en la ciudad de Cali, pero a su vez, se encuentra dividida en ciertos grupos que son el tipo de establecimiento. Debido a que no se le puede realizar la encuesta ni la entrevista a toda la población, se requieren seleccionar una muestra de establecimientos, ahorrando esfuerzo, tiempo y dinero. Este proceso se conoce como muestreo y puede ser aleatorio simple, aleatorio sistemático, aleatorio estratificado o por conglomerados.

Al tener una población dividida en varios grupos o estratos, pues cada uno tiene una característica que lo hace diferente, se habla de muestreo estratificado, el cual garantizará que cada grupo se encuentre representado en la muestra que se seleccione. A cada grupo se le debe aplicar un muestreo simple, donde cada elemento o individuo de la población, la cual ya no sería el total de establecimientos sino el tipo de establecimiento específico, tenga la misma probabilidad de que se incluya en la muestra. Para conocer el tamaño adecuado de ésta, se deben tener en cuenta algunos factores como los son el nivel de confianza, el margen de error que se tolerará y la variabilidad de la población.

La relación entre éstas será: a mayor nivel de confianza, mayor tamaño de muestra; a menor error admitido, mayor tamaño de muestra; a mayor dispersión, mayor tamaño de muestra. Esta se calcula a través de la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 pq N}{NE^2 + Z^2 pq}$$

Donde n es el tamaño de la muestra, Z es el nivel de confianza (95%), p es la variabilidad positiva (0.5), q la negativa (0.5), E es la precisión o el error estimado (10%) y N es el tamaño de la población, el cual varía según el establecimiento. Los valores para cada variable, fueron tomados con base en una investigación realizada anteriormente en el Valle del Cauca, respecto a la disposición de los residuos peligrosos (Cortéz Ramírez, 2011).

Para realizar el análisis de los datos, existen herramientas como las tablas comparativas o las gráficas de barras o de pastel, los cuales son diagramas que permiten comparar más fácilmente los datos y realizar las conclusiones con respecto a lo que se esté estudiando. Se basan en la frecuencia con que las clases o variables se repiten, permitiendo la representación de su

comportamiento. En una tabla comparativa se organizan los datos, resumiendo los resultados obtenidos en las encuestas y las entrevistas, de manera numérica.

De igual forma, se usará una de las herramientas de análisis como el diagrama causa – efecto, el diagrama de Pareto o una matriz DOFA, como soporte del proyecto. Estas son herramientas que permiten visualizar de una manera más práctica y fácil la raíz de los problemas. Para efectos del proyecto, se eligió la matriz DOFA, sin embargo se explica en qué consisten las demás herramientas a continuación:

El Diagrama de Causa – Efecto, también conocido Diagrama de Ishikawa o Espina de Pescado, permite identificar las causas reales o potenciales de un problema o suceso así como las relaciones causales entre dos o más fenómenos, permitiendo el análisis de las razones, motivos o factores principales o secundarios, identificar posibles soluciones, tomar decisiones y organizar planes de acción según un artículo emitido en un portal educativo, perteneciente a la Fundación Gabriel Piedrahita Uribe (EDUTEKA, 2007).

El gráfico de barras llamado Diagrama de Pareto, es una técnica que permite localizar el problema principal de un proceso y ayuda a identificar la causa más importante de éste. Clasifica los problemas en “los pocos vitales y los muchos triviales” (principio de Pareto), estableciendo que pocos elementos generan la mayor parte del efecto y que el resto de los elementos propician muy poco del efecto total, es decir, que más del 80% del problema se debe a causas comunes, a los problemas o situaciones que actúan de manera permanente sobre los procesos y que son pocas las situaciones vitales (20%) que contribuyen de manera significativa a la problemática global del proceso. Con ayuda de un análisis estadístico, se establecen prioridades y se enfocan los esfuerzos a solucionar aquellos problemas con mayor impacto (Pulido & Salazar).

El Análisis DOFA Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas, es una herramienta para la generación de estrategias a partir de la identificación de los factores internos y externos que impactan una organización, a partir de un contexto y situación determinados. Así, se identifican los factores en los que existe mayor potencial para un mejor desarrollo y mejora, permitiendo minimizar los impactos negativos del contexto (Ballén, Julio 2012).

3.3 MARCO LEGAL

En Colombia el desarrollo de la legislación ambiental se dio a partir de la Convención de Estocolmo de 1972, que en sus principios acogió el Código de recursos naturales renovables y de protección al medio ambiente (Decreto Ley 2811 de 1974). En 1991, la nueva Constitución Política Colombiana, expuso la protección medio ambiental,

como un derecho colectivo (Art 79 C. de Colombia), dotándolo de mecanismos de protección por parte de los ciudadanos (Arts. 8, 95, 58 y 63 C de Colombia).

En desarrollo de los nuevos preceptos constitucionales, y de acuerdo con la Conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo, de Río de Janeiro en 1992, se expidió la Ley 99 de 1993, que conformó el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y creó el Ministerio del Medio Ambiente como su ente rector (Cortéz Ramírez, 2011).

Tabla 04. Legislación Colombiana que Regula la Gestión de Aceites Usados

Ley 253 de 1996	Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.
Ley 430 de 1998	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones. Artículo 12. Aceites lubricantes de desecho. Que reglamenta las condiciones en que se debe llevar a cabo la utilización de aceites lubricantes de desecho para la generación de energía
Ley 321 de 1999	Plan Nacional de Contingencias
Resolución 415 de 1998.	Por la cual se establecen los casos en los cuales se permite la combustión de aceites de desecho y las condiciones técnicas para realizar la misma
Resolución 1446 de 2005	Por la cual se modifica parcialmente la Resolución 415 del 13 de marzo de 1998, que establece los casos en los cuales se permite la combustión de aceites de desecho o usados y las condiciones técnicas para realizar la misma
Resolución 391 de 2001	Que reglamenta los combustibles y la combustión
Resolución 2309 de 1986	Reglamenta el manejo de residuos peligrosos, en cuanto al permiso de transporte y plan de contingencia y el almacenamiento, transporte y disposición de los mismos.
Resolución 1362 de 2007	Especifica los pasos a seguir para el manejo del sistema de información en el cual anualmente cada establecimiento registra la cantidad de RESPEL generados, provenientes de su actividad económica.
Decreto 4741 de 2005	El Decreto tiene como objeto prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados, con el fin de proteger la salud humana y del medio ambiente. Este

	decreto es bajo el cual el DAGMA realiza sus labores de control tanto a los establecimientos generadores, como a las empresas transportadoras y recolectoras de RESPEL.
Decreto 256 de 1996	Mediante el cual se definen los residuos peligrosos
Decreto Ministerio de Minas 1521 de 1998	Habla sobre el manejo y transporte combustibles líquidos derivados del petróleo
Decreto 1609 de 2002	Regula el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera
Decreto 2811 de 1974	Mediante el cual se reglamenta la disposición final o procesamiento de los residuos peligrosos (Art 36) y las obligaciones de quien los produce (Art 38)
Decreto Reglamentario 1220 de 2005	Artículo 9: La construcción, y operación de instalaciones cuyo objeto sea el almacenamiento, tratamiento, aprovechamiento, recuperación y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos.
Norma Técnica Colombiana NTC 1692	Clasificación, y peligrosidad y materiales peligrosos
Resolución 318 del 14 de febrero de 2000.	Por La Cual Se Establecen Las Condiciones Técnicas Para El Manejo, Almacenamiento, Transporte, Utilización y La Disposición De Aceites Usados. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente - DAMA
Resolución 1188 del 1 de septiembre de 2003.	Por la cual se adopta el manual de normas y procedimientos para la gestión de aceites usados en el Distrito Capital. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente – DAMA

Fuente. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. República de Colombia. Gestión de Aceites Usados en Colombia.

4. METODOLOGÍA

4.1 MATRÍZ DE MARCO LÓGICO

Tabla 05. Matriz de marco lógico

	Resumen Narrativo	Indicadores	Medios de Verificación	Supuestos	Contingencias
OBJETIVO GENERAL	Contribuir al uso o manejo adecuado de los aceites automotores en la ciudad de Cali.				
OBJETIVO DEL PROYECTO	Realizar un diagnóstico del manejo y disposición final de aceites automotores usados en la ciudad de Cali	Porcentaje de cumplimiento del todo el proyecto: Número de objetivos específicos cumplidos/Total de objetivos específicos	Aprobación por parte del tutor temático, el tutor metodológico y el subcomité de proyectos de grado.		
OBJETIVO ESPECÍFICO	1. Reconocer el campo de trabajo y el sector automotor, identificando los establecimientos donde se generen aceites lubricantes degradados por el uso en vehículos automotores como residuo en la ciudad de Cali	Número de actividades cumplidas/ Total de actividades propuestas	Información en el marco teórico y el marco conceptual		

	Localizar y zonificar, los distintos establecimientos identificados dentro de la ciudad de Cali, según el manejo y disposición que le den al aceite usado				
Propósito	Evidenciar el mal manejo y la disposición final del aceite automotor usado por parte de los establecimientos				
Actividades	1.1 Recolección de información sobre el sector y el campo de trabajo	Si/No	Bibliografía sobre el sector automotor	Información poco relevante o poco confiable	Búsqueda de páginas web, libros y artículos en bases de datos confiables
	1.2 Identificar los distintos de establecimientos presentes en la ciudad de Cali, que generen aceite usado como residuo	Cantidad de establecimientos encontrados	Base de datos que contenga los establecimientos de la búsqueda desarrollada e incluya nombre, dirección y tipo	Que los establecimientos que generan un gran impacto ambiental no estén incluidos en la base de datos	En el trabajo de campo se tendrán encuestas de más, para tener la opción de visitar establecimientos no planillados

	1.3 Buscar en la Cámara de Comercio de Cali, si existe alguna clasificación, y si no proponer alguna con respecto a los establecimientos ya identificados	Si/No	Clasificación de la Cámara de Comercio o Clasificación por parte de las investigadores, en 4 tipos de establecimientos: estaciones de servicio, talleres, lubrificantes y concesionarios.	Difícil obtención de información en la Cámara de Comercio	Propuesta de clasificación
	1.4 Diseñar y evaluar las encuestas que se realizarán en las visitas a los establecimientos	Numero de correcciones realizadas/pregunta	Estructuración de encuesta por parte de los estudiantes y revisión por parte del tutor temático		
	1.5 Calcular la cantidad de establecimientos que se deben seleccionar como muestra para la recolección de datos	Cantidad de establecimientos seleccionados /Cantidad de establecimientos identificados	Resultado del muestreo que determino la cantidad de establecimientos requerida		

	1.6 Realizar la elección de los establecimientos que conformaran la muestra	Si/No	Base de datos con la muestra y la elección escogida de la población de establecimientos de la ciudad de Cali		
	1.7 Ubicar los establecimientos identificados, en el mapa de la ciudad de Cali, y realizar la zonificación por barrios de los mismos	Si/No	Mapa demarcado		
	1.8 Programación de visitas a los establecimientos para aplicación de encuestas a establecimientos semanalmente	Visitas programadas/semana	Cronograma de actividades del proyecto	Alteración en el cronograma por eventualidad con las encargadas del trabajo de campo	Creación de un cronograma dinámico que permita modificar una fecha y automáticamente ajustar las demás

	1.9 Ejecución de visitas semanales a los establecimientos que fueron seleccionados, realizando las encuestas pertinentes	Establecimientos visitados por semana/Establecimientos programados por semana	Información obtenida al finalizar las visitas	Negación por parte del encargado de algún establecimiento o a colaborar con la encuesta	Tratar de persuadir con argumentos académicos (carta de solicitud de información) y la importancia de la encuesta para la realización del proyecto
OBJETIVO ESPECÍFICO	2. Análisis del manejo y porcentaje estimado de aceite usado por los vehículos y captado por los establecimientos seleccionados	Número de actividades cumplidas/ Total de actividades propuestas	Documento desarrollado con porcentajes y gráficos que representen los resultados del análisis estadístico		
Fin	Realizar una estimación mensual del aceite usado generado en los establecimientos y analizar la manera como son almacenados y como es su disposición final				

Propósito	Evidenciar la alta cantidad de aceite automotor usado generado en la ciudad y el mal manejo que está recibiendo al ser almacenado y al ser desechado				
Actividades	2.1 Recopilar los datos suministrados por el sector y que fueron consignados en la encuesta	Si/No	Encuestas completamente diligenciadas y listas para ser analizadas		
	2.2 Digitación y tabulación de información obtenida en la visita a los establecimientos, a través de Microsoft Excel	Información importante para el tema de estudio/Información total obtenida en las visitas	Toda la información obtenida, como el registro fotográfico, la encuesta totalmente diligenciada y notas generales		
	2.3 Realizar un cálculo aproximado de los establecimientos que cumplen con las normas de manejo y almacenamiento de los aceites usados	Número de establecimientos que cumplen con las normas/Número total de establecimientos	Documento desarrollado con el resultado de los cálculos realizados		

	2.4 Realizar un cálculo aproximado de la cantidad porcentual de aceite generado mensualmente en los establecimientos y en que proporción son botados o reutilizados	Porcentaje aproximado de aceite generado mensualmente en los establecimientos	Documento desarrollado con el resultado de los cálculos realizados		
OBJETIVO ESPECÍFICO	3. Diseñar una guía de manejo ambiental del aceite automotor usado donde se especifique el manejo y disposición adecuado para este residuo	Información relevante para la elaboración de la guía	Guía elaborada y aprobada por los tutores		
Fin	Plantear la manera correcta de manejo y disposición de un residuo peligroso a los establecimientos				
Propósito	La disminución del mal manejo y mala disposición final que algunos establecimientos le dan al aceite automotor usado				
Actividades	3.1 Diseño y evaluación de alternativas de manejo y disposición que se podrían incluir en la guía de manejo ambiental	Elaboración de posibles alternativas de manejo y disposición	Estructuración de documento con posibles alternativas y evaluación por parte del tutor temático		

	3.2 Determinación de alternativas definitivas y elaboración de guía de manejo ambiental	Si/No	Producto final, Guía de Manejo Ambiental		
--	--	-------	--	--	--

5. ADMINISTRACIÓN DEL PROYECTO

5.1 RECURSOS DISPONIBLES

5.1.1 Humanos

En cuanto a recursos humanos, se tienen disponibles:

- Dos estudiantes de octavo semestre del programa de Ingeniería Industrial, encargadas del proceso de investigación, desarrollo del trabajo de campo y análisis de datos y estructuración y redacción del proyecto.
- Un tutor temático con conocimientos claves en la línea de investigación escogida, y que será el encargado de la orientación de los estudiantes, guiando todo el proceso con la finalidad de lograr los objetivos específicos y el objetivo del proyecto.
- Un tutor metodológico, que al mismo tiempo es el profesor de la materia de Proyecto de Grado I. Es quien profundiza en los temas fundamentales para la realización del proyecto e instruye a los estudiantes en la forma como deben estructurar el trabajo escrito, la manera como deben realizar la sustentación y el modo más correcto de manejar la metodología de investigación y de avance del proyecto, para lograr desde una adecuada planeación hasta un buen desarrollo del mismo.
- Responsables de los establecimientos generadores de aceite automotor usado
- Responsables de las entidades públicas autorizadas para la administración de los recursos ambientales y su protección en su jurisdicción, la CVC en el Valle del Cauca excepto en la ciudad de Cali, y el DAGMA en la ciudad de Cali.

5.1.2 Económicos

Se cuenta con dinero que será utilizado para cubrir gastos tales como:

- Trabajo de campo: tarifas de transporte para movilizarse hasta los establecimientos de cambio de aceite distribuidos por toda la ciudad y alimentación mientras se cubre el proceso de encuestas y visitas a estos. Además de los desplazamientos a entidades como el DAGMA y la CVC.
- Preparación de formatos para trabajo de campo: las fotocopias e impresiones de las cartas de solicitud de información y las encuestas a realizar en cada visita.

5.1.3 Tecnológicos

Los aparatos tecnológicos que contribuyen en la realización del proyecto son:

- Computadores con acceso a internet, para la realización de la búsqueda virtual de información durante el proceso de investigación. Además que cuenten con los programas Word y Excel pertenecientes al paquete de Microsoft Office para el desarrollo del proyecto, que incluye la redacción y estructuración del trabajo escrito, la digitación de datos, los cálculos estadísticos y gráficos de análisis de las encuestas y entrevistas realizadas.
- Cámara digital para llevar un registro fotográfico de las visitas que se realicen a los establecimientos
- Grabadora de sonido, para facilitar el registro de la información que nos proporcionen las personas encargadas del cambio de aceite en los establecimientos y los entrevistados en las empresas autorizadas para la recolección y tratamiento del residuo.

5.1.4 Información

- Como base del desarrollo del proyecto de grado, se utilizarán fuentes primarias de información las cuales comprenden el trabajo de campo y la zonificación a la cual se pretende llegar y secundarias como investigaciones que se hayan realizado con antelación.

5.1.5 Entidades

Se hará uso de información proporcionada por:

- la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) en cuanto al manejo de residuos peligrosos e informes relacionados a nivel departamental.
- Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA) sobre la ubicación de establecimientos que trabajan en la manipulación y cambio del aceite automotor en Cali y la normatividad que opera de manera local en la ciudad de Cali.

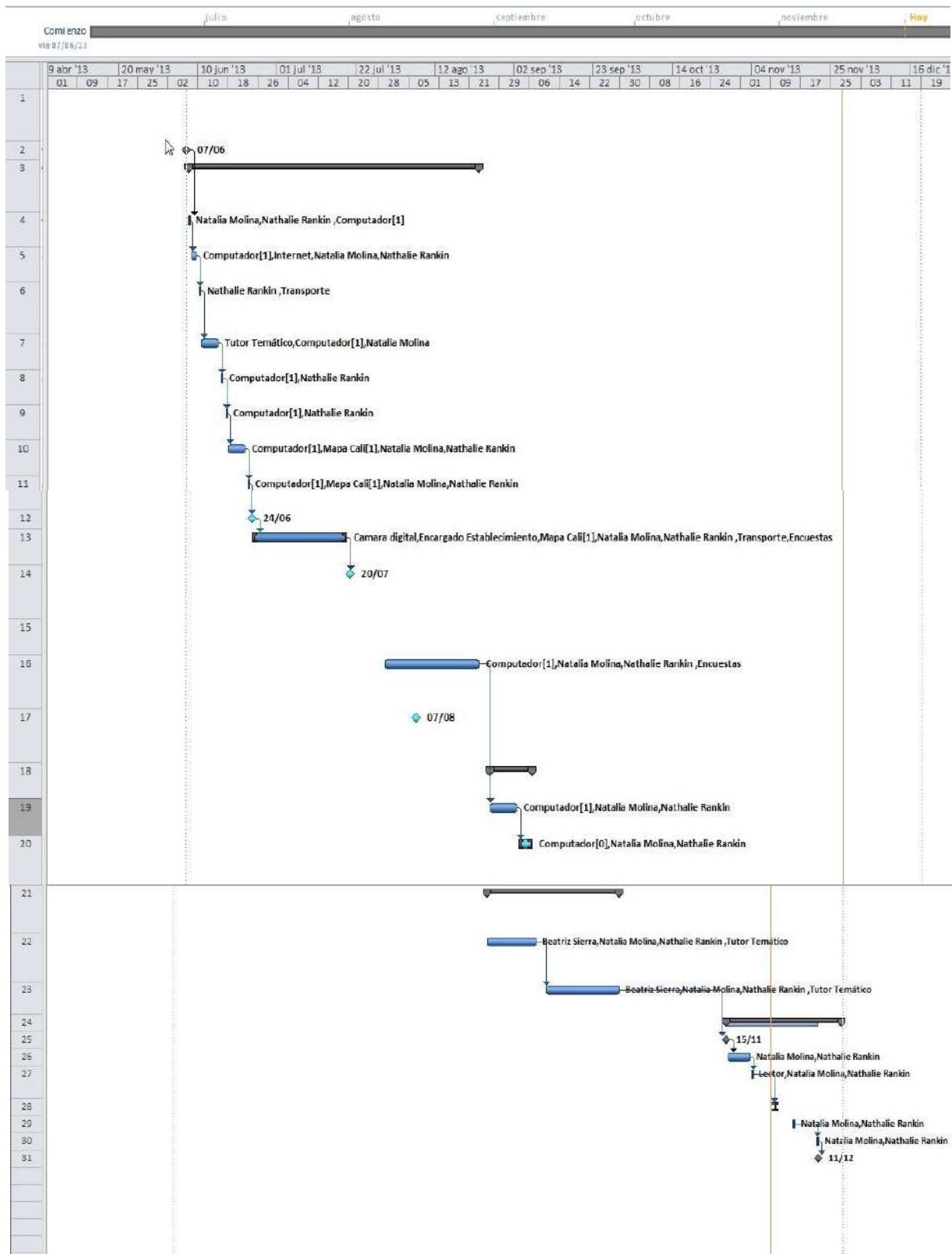
En ambos casos se ha encontrado información útil en las páginas web de las entidades, que ha servido de apoyo, incrementando el conocimiento sobre el manejo, composición y reglamentación de este residuo peligroso.

5.2 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Figura 04. Cronograma de actividades

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
1	Realizar un diagnóstico del manejo y disposición final de aceites automotores usados en la ciudad de Cali y generar una guía de manejo ambiental de este residuo peligroso					
2	Inicio del proyecto de grado	0 días	vie 07/06/13	vie 07/06/13		
3	Objetivo 1: Reconocer el campo de trabajo y el sector automotor, identificando los establecimientos donde se generen aceites lubricante de vehículos automotores como residuo en la ciudad de Cali.	64 días	vie 07/06/13	vie 23/08/13		
4	Recolección de información sobre el sector y el campo de trabajo	3 horas	vie 07/06/13	vie 07/06/13	2	Natalia Molina,Nathalie Rankin ,Computador[1]
5	Identificar los distintos de establecimientos presentes en la ciudad de Cali, que generen aceite usado como residuo	6 horas	sáb 08/06/13	dom 09/06/13	4	Computador[1],Internet, Molina,Nathalie Rankin
6	Buscar en la Cámara de Comercio de Cali, si existe alguna clasificación, y sino proponer alguna con respecto a los establecimientos ya identificados	3 horas	lun 10/06/13	lun 10/06/13	5	Nathalie Rankin ,Transporte
7	Diseñar y evaluar las encuestas que se realizarán en las visitas a los establecimientos	15 horas	mar 11/06/13	sáb 15/06/13	6	Tutor Temático,Computador[1], Molina
8	Calcular la cantidad de establecimientos que se deben seleccionar como muestra para la recolección de datos	3 horas	dom 16/06/13	dom 16/06/13	7	Computador[1],Nathalie Rankin
9	Realizar la elección aleatoria de los establecimientos que conformaran la muestra	3 horas	lun 17/06/13	lun 17/06/13	8	Computador[1],Nathalie Rankin
10	Ubicar los establecimientos identificados, en el mapa de la ciudad de Cali, y realizar la zonificación de los mismos	15 horas	mar 18/06/13	sáb 22/06/13	9	Computador[1],Mapa Cali[1],Natalia Molina,Nathalie Rankin
11	Programación de visitas a los establecimientos para aplicación de encuestas a establecimientos semanalmente	3 horas	dom 23/06/13	dom 23/06/13	10	Computador[1],Mapa Cali[1],Natalia Molina,Nathalie Rankin
12	Entrega Informe de planeación de trabajo de campo	0 horas	lun 24/06/13	lun 24/06/13	11	Natalia Molina,Nathalie Rankin ,Tutor Temático
13	Ejecución de visitas semanales a los establecimientos que fueron seleccionados, realizando las encuestas pertinentes	78 horas	lun 24/06/13	vie 19/07/13	12	Camara digital,Encargado Establecimiento,Mapa
14	Entrega Informe de trabajo de campo	0 horas	sáb 20/07/13	sáb 20/07/13	13	Beatriz Sierra,Natalia Molina,Nathalie Rankin ,Tutor Temático
15	Recopilar los datos suministrados por el sector y que fueron consignados en la encuesta	3 horas	lun 29/07/13	lun 29/07/13	14	Computador[1],CVC,Encu Molina,Nathalie Rankin

16	Digitación y tabulación de información obtenida en la visita a los establecimientos	60 horas	lun 29/07/13	vie 23/08/13	15	Computador[1], Natalia Molina, Nathalie Rankin ,Encuestas
17	Entrega Versión final del Ateproyecto	0 horas	mié 07/08/13	mié 07/08/13		Natalia Molina, Nathalie Rankin ,Tutor Metodológico
18	Objetivo 2: Análisis del manejo y porcentaje estimado de aceite usado generado en los establecimientos seleccionados	10 días	lun 26/08/13	vie 06/09/13		
19	Realizar un cálculo aproximado de los establecimientos que cumplen con las normas de manejo y almacenamiento de los aceites usados	18 horas	lun 26/08/13	lun 02/09/13	16	Computador[1], Natalia Molina, Nathalie Rankin
20	Realizar un cálculo aproximado de la cantidad porcentual de aceite generado mensualmente en los establecimientos y en que proporción son botados o reutilizados	12 horas	mar 03/09/13	vie 06/09/13	19	Computador[0], Natalia Molina, Nathalie Rankin
21	Objetivo 3: Diseñar una guía de manejo ambiental del aceite automotor usado donde se especifique el manejo y disposición adecuado para este residuo	27,67 días	vie 06/09/13	mar 15/10/13		
22	Diseño y evaluación de alternativas de manejo y disposición que se podrían incluir en la guía de manejo ambiental	33 horas	vie 06/09/13	vie 20/09/13		Beatriz Sierra, Natalia Molina, Nathalie Rankin ,Tutor Temático
23	Determinación de alternativas definitivas y elaboración de guía de manejo ambiental	50 horas	lun 23/09/13	mar 15/10/13	22	Beatriz Sierra, Natalia Molina, Nathalie Rankin
24	Preparación del documento Final	29,33 días	vie 15/11/13	mié 18/12/13		
25	Entrega informe completo a tutores	0 horas	vie 15/11/13	vie 15/11/13	23	Natalia Molina, Nathalie Rankin
26	Correcciones	5 días	vie 15/11/13	jue 21/11/13	25	Natalia Molina, Nathalie Rankin
27	Entrega al lector del Documento Final de Proyecto de Grado	1 día	vie 22/11/13	vie 22/11/13	26	Lector, Natalia Molina, Nathalie Rankin
28	Sustentación de Proyecto de Grado II	1 día	mié 04/12/13	mié 04/12/13		Natalia Molina, Nathalie Rankin
29	Entrega Versión Final del Proyecto	3 horas	mié 11/12/13	mié 11/12/13	28	Natalia Molina, Nathalie Rankin
30	Fin	0 días	mié 11/12/13	mié 11/12/13	29	



5.3 EQUIPO DE INVESTIGADORES

- Natalia Catalina Molina, investigadora y encargada de la búsqueda de información, del trabajo de campo, de la estructuración del trabajo y el desarrollo de este. Estudiante de octavo semestre del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Icesi.
- Nathalie Rossana Rankin, investigadora y encargada de la búsqueda de información, del trabajo de campo, de la estructuración del trabajo y el desarrollo de este. Estudiante de octavo semestre del programa de Ingeniería Industrial de la Universidad Icesi.
- Sory Carola Torres Quintero, Licenciada en Biología y Química, Especialista en Ingeniería Sanitaria y Medio Ambiente de la Universidad del Valle. Especialista en Gerencia del Medio Ambiente de la Universidad Icesi. Docente de la Universidad Icesi y consultora independiente en proyectos ambientales.

6 DESARROLLO DEL PROYECTO

6.1 DIAGNÓSTICO DEL MANEJO Y LA DISPOSICIÓN FINAL DEL ACEITE AUTOMOTOR USADO EN LA CIUDAD DE CALI

6.1.1 Introducción

El presente diagnóstico se realiza partiendo de una identificación del problema que existe en la ciudad de Cali con el manejo y disposición final del aceite automotor usado y que puede llegar a tener graves consecuencias tanto en el medio ambiente, como en la salud de las personas. Al tener como base los principales factores de riesgo que conducen a la problemática actual, tales como el porcentaje de aceites que se depositan en los alcantarillados, las quemas indiscriminadas de este residuo y el mal manejo que se da en los centros de acopio de las empresas generadoras del aceite usado, se denota una necesidad de recolección de información que corrobore dichas situaciones y sirva de base para el planteamiento de alternativas de solución a la problemática.

La finalidad es revalidar las bases obtenidas en la investigación previa y obtener datos actualizados sobre la generación, manejo y reutilización del aceite usado, lo que se busca es a través de análisis estadísticos y del comportamiento de los datos recolectados con una encuesta aplicada a 83 establecimientos generadores del residuo, identificar las principales causas de la problemática y evaluar las posibles soluciones a estas.

Para la realización de este diagnóstico se llevaron a cabo visitas a lubritecas, servitecas, estaciones de servicio, concesionarios, talleres y lavaderos de autos con área de lubricación, en las que se solicitó tener acceso a una breve reunión con el encargado del establecimiento o en su defecto con el encargado de la actividad de lubricación, en la cual se realizó una encuesta que abarco diferentes temáticas, tales como aspectos generales sobre las actividades realizadas en el sitio, los elementos de protección personal utilizados por los empleados dedicados a la labor en materia que es el cambio de aceite, la manera como realizan el cambio de aceite como tal y las herramientas que utilizan para ello, la forma como almacenan el residuo, la disposición final que le daban y finalmente los cuidados que tenían en caso de que llegara determinada entidad a recogerlo para su posterior reutilización.

Partiendo de esa información recolectada en el trabajo de campo, se realizó una digitación de los datos y un análisis que dio lugar a porcentajes y cantidades que indican diferentes comportamientos de las variables evaluadas a través de la encuesta.

El diagnostico servirá de base para el planteamiento de la guía de manejo y disposición ambiental del aceite automotor usado en la ciudad de Cali, pues al haber tenido la oportunidad de conocer más a fondo la manera como se recibe, almacena y despacha el aceite en los diferentes establecimientos, se cuenta con las bases necesarias para realizar recomendaciones y establecer cuáles pueden ser las condiciones más adecuadas para llevar a cabo estos procesos, evitando consecuencias negativas para el ambiente y la salud humana y que estén acorde con la normatividad y legislación que rija en cada caso.

6.1.2 Metodología y Desarrollo

6.1.2.1 Clasificación de los establecimientos y código CIIU

Para llevar a cabo las visitas a los diferentes establecimientos, se realizó un proceso de identificación de los tipos en los que estos se encuentran clasificados y la manera como están registrados ante la Cámara de Comercio de Cali. La tipología que se realizó con base en la discriminación de la principal actividad económica con la cual se registran ante la Cámara de Comercio, por ejemplo, en una estación de servicio la actividad principal es la venta de gasolina, por ello todos los establecimientos que presentaban este comportamiento son agrupados en la categoría de estaciones de servicio.

En las servitecas la principal actividad es la mecánica rápida y en los lavaderos el lavado de autos; en los talleres son las reparaciones mecánicas y en las lubritecas el cambio de aceite. En los concesionarios a pesar de que las visitas fueron realizadas a la parte del taller, cuya actividad principal sería la mencionada anteriormente, se tomó la comercialización de vehículos nuevos como parámetro de clasificación.

A continuación se presenta la definición de cada tipo de establecimiento identificado, siendo la base para determinar diferencias y semejanza:

6.1.2.1.1 Estación de servicio: algunos sinónimos son bencinera, gasolinera o servicentro. Son puntos de venta de combustible como gasolina o gasóleo, ofrecen combustibles alternativos como gas licuado de petróleo, gas natural, biodiesel, entre otros, además de lubricantes para vehículos de motor. Los elementos que son indispensables en una estación de servicio son los surtidores y los depósitos.

6.1.2.1.2 Taller de mecánica: la palabra “taller” se refiere al lugar donde la herramienta principal de trabajo son las manos, proviniendo del francés *atelier*. Un taller mecánico es el lugar dedicado a la reparación de vehículos, como automóviles o motocicletas. Existen algunos que se especializan en ciertas piezas o partes de los vehículos como la pintura, el motor, frenos, etc. Pueden ser oficiales, donde las diversas marcas cubren sus propios vehículos, o pueden ser independientes, donde se prestan muchos servicios de reparación a diversas marcas y tipos de vehículos.

6.1.2.1.3 Lubriteca: su actividad principal es el uso de lubricantes como aceites y grasas, además de aditivos y productos de limpieza para vehículos automotores. También pueden presentar un portafolio de servicios más amplio, que incluya servicio de lavadero, de arreglos en el sistema eléctrico y electrónico, entre otros.

6.1.2.1.4 Concesionario: Un concesionario es un lugar de venta de automóviles de una marca, autorizado por sus fabricantes directos. En estos establecimientos

el cambio de aceite hace parte de unos puntos de control que el concesionario verifica cada que se cumpla un año o en su defecto el kilometraje establecido, que por lo general es de 10000 km.

6.1.2.1.5 Serviteca: se prestan los servicios de balanceo de llantas, alineación de luces, rectificación de rines, despinche, vulcanización, sincronización, revisión de frenos, mecánica rápida, centro de lubricación y cambio de aceite, engrase, lavado, polichado, entre otras.

Todos los establecimientos realizan más de una actividad económica, como se acaba de mostrar, pero ante las entidades reguladoras como la DIAN, Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales, registran únicamente aquella actividad principal, por la que serán reconocidos. Partiendo de la Resolución 000139 del 21 de Noviembre del 2012 (DIAN, 2012), por la cual la DIAN, para efectos del control y determinación de los impuestos y demás obligaciones tributarias, aduaneras y cambiarias, adopta la Clasificación de Actividades Económicas, revisión 4 adaptada para Colombia, establecida por el DANE en la Resolución 66 del 31 de enero del 2012, el código al que pertenecen las diferentes actividades que se llevan a cabo en la ciudad. Las actividades que caracterizan a cada tipo de establecimiento de estudio, se muestran en la tabla 6:

Tabla 06. Actividades económicas principales y códigos CIIU de los establecimientos

Actividades Económicas y Códigos CIIU			
Nombre de la Actividad Económica	Código de Actividad	Nuevo Código de acuerdo con la Resolución 139 de 2012²²	Tipo de Establecimiento
Comercio de vehículos automotores nuevos	5011	4511	Concesionario
Mantenimiento y reparación de vehículos automotores	5020	4520	Taller
Comercio al por menor de combustibles para automotores	5051	4731	Estación de Servicio
Comercio al por menor de lubricantes (aceites, grasas), aditivos y productos de limpieza para vehículos automotores	5052	4732	Lubriteca

Fuente. Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales-DIAN

Se aprovecharon las semejanzas entre los distintos tipos de establecimientos obtenidos y debido a que las servitecas poseen un centro de lubricación, cambio de aceite y engrase, además de ofrecer algunos servicios adicionales de lavado y polichado, pasaron a ser consideradas dentro de la categoría de lubritecas, a lo que se le añade el hecho de que la cantidad presente de este tipo de establecimientos era muy poca como para ser considerados una categoría aparte. De igual forma, los lavaderos de autos entraron a la misma categoría de lubritecas, dado a que ambos prestan los mismos servicios.

6.1.2.2 Identificación de establecimientos que generen aceite usado como residuo en la ciudad de Cali

De acuerdo con la clasificación realizada anteriormente, se construyó la base de datos de establecimientos que incluye el nombre de cada uno de ellos, con su respectiva dirección y número telefónico, su elaboración se basó en una búsqueda

²² Por la cual la Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales – DIAN, adopta la Clasificación de Actividades Económicas – CIIU revisión 4 adaptada para Colombia

a través de directorios telefónicos virtuales y físicos de los diferentes establecimientos dedicados al cambio de aceite automotor en la ciudad de Cali y se encontraron un total de 246 lugares, entre talleres, estaciones de servicio, servitecas, lubritecas, energitecas, lavaderos y concesionarios, distribuidos de la forma en que lo muestra la Tabla 07:

Tabla 07. Población total de cada tipo de establecimiento

Población de Establecimientos Identificados	
Tipo Establecimiento	Población
Estaciones de servicio	85
Talleres	111
Lubritecas	22
Concesionarios	17
Energitecas	11
Total	246

Fuente. Las autoras

6.1.2.3 Muestreo

Con base en la población identificada, la cual está conformada por 246 establecimientos, que se ubican dentro de las cuatro grandes tipologías que se decidió definir como tema de estudio: estaciones de servicio, talleres, lubritecas, concesionarios y energitecas, se procede realizar el muestreo de tipo estratificado, donde al tener diferentes tipos de establecimientos, se garantiza la representación de cada uno dentro de la muestra seleccionada. Para cada tipo se calcula una muestra y la sumatoria de todas estas, será la cantidad de establecimientos que pertenecerán a la muestra total. Para ello se utiliza la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 pqN}{NE^2 + Z^2 pq}$$

En ella, n es el tamaño de la muestra, Z es el nivel de confianza (95%), p es la variabilidad positiva (0.5), q la negativa (0.5), E es la precisión o el error estimado (10%) y N es el tamaño de la población, el cual varía según el tipo de establecimiento. Los valores para cada variable, fueron tomados con base en una investigación realizada anteriormente en el Valle del Cauca, respecto a la disposición de los RESPEL (Cortéz Ramírez, 2011).

Además de esto, se utiliza también la siguiente ecuación, cuando el tamaño de la población es pequeño, para corregir la cantidad de individuos seleccionados en la muestra.

$$\frac{1}{n'} = \frac{1}{n} + \frac{n}{N}$$

Donde n' es el tamaño de muestra necesario, n hace referencia al tamaño de muestra calculado y N es el tamaño de la población, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 08. Muestreo estratificado de los establecimientos generadores de aceite usado

Muestreo Estratificado				
Tipo Establecimiento	Población N	Muestra n	Corrección n'	Muestra Definitiva
Estaciones de servicio	85	46	30	25
Talleres	111	52	35	28
Lubritecas	22	18	10	22
Concesionarios	17	15	8	8
Energitecas	11	10	5	0
Total	246	141	88	83

Fuente. Las autoras

Como se observa en la Tabla 07 la muestra definitiva de establecimientos encuestados fue modificada a criterio de las investigadoras, pues a medida que se desarrollaba el trabajo de campo se denotó que la cantidad de aceite generada por las lubritecas era mayor y por ende se estableció la importancia de evaluar el manejo y disposición que le dan al aceite usado en la totalidad de la población, encuestando finalmente las 22 lubritecas encontradas. Cabe resaltar que la decisión tomada fue validada por la tutora temática, teniendo en cuenta que para el desarrollo del proyecto era de gran importancia recopilar información sobre aquellos establecimientos con una alta generación de aceite usado como residuo peligroso. El aumento en este valor se compensó con la disminución de las estaciones de servicio y los talleres, en 5 y 7 respectivamente.

Otros motivos por los cuales se tomó esta decisión, hacen referencia a que en el caso de las estaciones al tener un mayor control en cuanto a la normatividad que rige el manejo y disposición que le dan al aceite, se consideró que no afectaría el hecho de encuestar 25 sitios y no 30; y en cuanto a los talleres, debido a que el cambio de aceite no es su principal actividad económica, se consideró de igual forma que no influiría en el comportamiento de los datos recolectados el hecho de encuestar 28 y no 35 como lo indica el muestreo. La totalidad de los establecimientos encuestados se encuentran en el Anexo 11.

Como se observa en la tabla 07, no se tuvo en cuenta la cantidad que representa a las energitecas y que fue arrojada por el muestreo, esto se debió a inconvenientes presentados a la hora de ingresar a las diferentes sedes de las energitecas Coéxito que hay en la ciudad de Cali. Al indagar sobre la posibilidad de realizar la encuesta, se denoto que estos establecimientos requieren de un permiso de entrada en el que se autoriza a las investigadoras realizar el proceso requerido en cuanto al trabajo de campo, este permiso proviene de los

administradores y gerentes de la empresa, y lamentablemente nunca fue otorgado. Aunque no se dio una negación por parte de Coéxito, la respuesta no se obtuvo en la brevedad requerida y en vista de que el periodo de trabajo de campo había concluido sin obtener dicha respuesta, se tomó la decisión de no continuar con el proceso, agradecer a la empresa y retomar el cronograma del proyecto. Esta decisión fue avalada por la tutora temática y de igual forma por los intermediarios encargados de la comunicación entre la empresa y las investigadoras.

6.1.2.4 Recolección de información

Para escoger el método más adecuado a través del cual se realizaría la recolección de información se tuvieron en cuenta aspectos como la cantidad de información a la cual se quería tener acceso, las evidencias visuales y fotográficas a las que se quería acceder, la facilidad de comunicación, cuestionamiento e interacción con los encargados de los establecimientos y la seguridad de poder obtener toda la información requerida. Por ello se identificó que realizar encuestas de manera personal, recorriendo cada establecimiento, garantizaba que se cumpliría con todos los aspectos requeridos. El modelo de la encuesta se encuentra en el Anexo 12.

La encuesta abarca cinco diferentes áreas de interés y todas y cada una de ellas sirve como base para la construcción de cada segmento de la guía final a la que se pretende llegar; la secuencia de preguntas que debe contestar el encargado de cada establecimiento, depende de ciertos condicionales que evalúan factores clave para el proyecto como el hecho de que efectivamente realicen un cambio de aceite, el tipo de disposición final que le dan al residuo y el hecho de que almacenen el aceite para posteriormente venderlo o entregarlo a una empresa autorizada para la recolección, por ello el número de preguntas contestadas por cada persona es variable y no constante.

La estructura de la encuesta, parte de las definiciones realizadas en el Decreto 4741 de 2005 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005), en el que se reglamenta la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral, gracias a estas definiciones se fortalecen los conocimientos acerca de lo que es el acopio, almacenamiento, aprovechamiento, tratamiento y disposición final del aceite, además sobre las obligaciones y responsabilidades de los diferentes actores involucrados en la generación y manejo de los RESPEL y algunos temas de interés que justifican el diseño de algunas de las preguntas de la encuesta.

Además del decreto, también se tomó como base el Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados (Ministerio de Ambiente, 2006), a través del cual se establecieron algunos requisitos técnicos con los que deben contar los diferentes actores involucrados en la gestión del aceite automotor usado. Este manual se toma como un referente importante para la construcción de la encuesta

y de la guía, pues el DAGMA fue uno de los que conformo el comité operativo que dio lugar al mismo, en el convenio 063 de 2005.

A continuación se explica en detalle cómo se conforma cada parte de la encuesta:

- **Parte 1. Información general:** en este segmento se indaga sobre la información general del establecimiento, la cual fue de gran importancia a la hora de realizar la clasificación de acuerdo al tipo de establecimiento, como lo indica el código CIU y el cálculo porcentual de aceite usado generado, algunos de los aspectos que incluye esta parte, son:

- Tipo de establecimiento
- Actividades económicas que desarrolla
- Validación de que efectivamente realiza cambios de aceite y de qué tipo son.
- A qué tipo de vehículo le efectúan el cambio de aceite con mayor frecuencia
- Qué cantidad de vehículos llegan al establecimiento mensualmente
- Cuántas marcas de aceite lubricante utiliza
- Qué cantidad de aceite usado se genera en el mes; esto los identifica como pequeños, medianos o grandes generadores de residuos peligrosos, pues según el artículo 28 del decreto 4741 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005) los generadores de RESPEL deben tener conocimiento de las categorías gran generador (Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a **1,000.0 kg/mes**), mediano generador (Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a **100.0 kg/mes y menor a 1,000.0 kg/mes**) y pequeño generador (Persona que genera residuos o desechos peligrosos en una cantidad igual o mayor a **10.0 Kg./mes y menor a 100.0 kg/mes**), esto con el fin de realizar una adecuada inscripción en el Registro de Generadores de la autoridad ambiental competente de su jurisdicción, en este caso el DAGMA

Parte 2. Protección personal: en esta parte de la encuesta se recolecta información referente a los elementos de protección personal que utilizan los encargados de realizar el cambio de aceite y que son de vital importancia para evitar el contacto directo o indirecto del trabajador con este residuo peligroso, colocando en riesgo su salud, además al saber la disposición de estos implementos se identifica la importancia de la creación de propuestas que eviten una disposición inadecuada de estos una vez se encuentren contaminados con el aceite usado.

Según el literal g. del artículo 10 del decreto 4741 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005), es una obligación del generador de los RESPEL brindar el equipo para el manejo de estos y la protección personal necesaria para ello, por esta razón es importante indagar sobre este tema, para conocer el nivel de cumplimiento de esta obligación.

Los temas puntuales que se abarcaron en esta sección son:

- Protección personal en cuanto a la utilización de overol o uniforme de trabajo, botas o zapatos antideslizantes, guantes resistentes a la acción de hidrocarburos y gafas de seguridad
- Información acerca de la disposición final de los elementos con los que cuentan.

Los puntos anteriores se basan en el Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados (Ministerio de Ambiente, 2006), donde en su punto 2.3.5 Elementos de Protección Personal, expone cuáles son los elementos necesarios en la etapa de acopio de los aceites usados, 3.3.8 para el transporte de este residuo, en el 4.3.9 para el almacenamiento, y por último en el 5.3.2.7 en las instalaciones de tratadores o disponedores finales.

Parte 3. Proceso: cambio de aceite automotor: esta sección examina los siguientes aspectos:

- La formación de los trabajadores referente al área en que se desempeñan y a las continuas capacitaciones que deberían recibir, pues según el literal g del artículo 10 del decreto 4741 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005), es obligación del generador capacitar al personal encargado de la gestión y el manejo de los residuos o desechos peligrosos en sus instalaciones, con el fin de divulgar el riesgo que estos residuos representan para la salud y el ambiente y también como lo indica el artículo 14 del mismo decreto, es obligación de las empresas fabricantes e importadoras, en este caso las productoras nacionales e internacionales de los lubricantes declarar a los consumidores y a los receptores el contenido químico o biológico de los residuos o desechos peligrosos que su producto o sustancia pueda generar y comunicar el riesgo de sus sustancias o productos con propiedad peligrosa a los diferentes usuarios o consumidores, para lo cual se deberían programar capacitaciones o charlas informativas, por esta razón se indaga sobre el tema en la encuesta
- También temas más técnicos del cambio de aceite, como el medio a través del cual lo realizan, el recipiente de recibo primario que utilizan y la disposición final que le dan al residuo resultante del cambio de aceite, el aceite automotor usado, conocido también como aceite quemado. Este

último factor es de gran importancia, pues los generadores como lo indica el artículo 11 del decreto 4741 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005), son responsables de los residuos o desechos peligrosos que él genere. La responsabilidad se extiende a sus afluentes, emisiones, productos y subproductos, por todos los efectos ocasionados a la salud y al ambiente, entonces determinar qué disposición final le están dando los diferentes establecimientos ayuda a conocer el nivel de cumplimiento de las responsabilidades expuestas legalmente en el decreto.

En esta oportunidad se marca la importancia de conocer acerca de aspectos relacionados con la formación de los trabajadores, pues al tener bajo su responsabilidad un residuo peligroso, estos deben contar con el conocimiento de la naturaleza que posee el aceite usado y de los riesgos a los que está expuesto al omitir las normas de seguridad industrial que deben cumplir.

La información de los temas técnicos contribuye en el hallazgo de estadísticas y comportamiento de datos, que permiten sacar conclusiones acerca de las situaciones indagadas.

Parte 4. Disposición final: esta parte consiste en cuestionar todo lo referente a la disposición final del aceite usado, en esta sección las preguntas que se deben responder dependen de la disposición del residuo, que puede ser botado, almacenado, vendido, reutilizado o regalado. Cada categoría indaga aspectos de gran importancia que se deben tener en cuenta en caso de que la disposición sea de un tipo o de otro.

En esta oportunidad se tiene en cuenta el literal k del artículo 10 del decreto 4741, en el que se expone como obligación del generador contratar los servicios de almacenamiento, aprovechamiento, recuperación, tratamiento y/o disposición final, con instalaciones que cuenten con las licencias, permisos, autorizaciones o demás instrumentos de manejo y control ambiental a que haya lugar, de conformidad con la normatividad ambiental vigente (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005). Por ello para determinar el cumplimiento de esto es importante indagar al respecto.

Parte 5. Transporte: la última parte involucra aspectos en cuanto al transporte de aceite usado que deberían ser controlados por los establecimientos generadores del residuo, los cuales deben estar expuestos en el plan de gestión integral de los residuos o desechos peligrosos que genere, el cual debe ser elaborado como lo indica el artículo 10, literal b del decreto 4741 y bajo lineamientos elaborados por el IDEAM.

Estos aspectos sirven como base para determinar cuáles son los que deben tener en cuenta las entidades encargadas de realizar dicho transporte, que en este caso son las mismas empresas autorizadas para la recolección y tratamiento del residuo, de los que se obtiene mayor información del Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados (Ministerio de Ambiente, 2006) y de reglamentación como el Decreto 1609 de 2002 y la Ley 253 de 1996

A lo largo de la encuesta hay varias preguntas relacionadas con normas, leyes y decretos que rijan las actividades desarrolladas por los establecimientos y que sustentan el nivel de vigilancia que existe por parte de las entidades de control ambiental de la ciudad.

Además se preguntó si se contaba o no con un plan integral de gestión de residuos a modo de comentarios adicionales de la encuesta, el cual debería existir, pues es una de las obligaciones de los generadores como se expuso anteriormente.

6.1.2.4.1 Desarrollo del trabajo de campo

El trabajo de campo se realizó en nueve días, en los cuales se encuestaron 83 establecimientos ubicados en las comunas 2, 3, 4, 8, 9, 17, 19 y 22 de la ciudad y en los siguientes barrios de la ciudad de Cali: Parcelaciones Pance, Urbanización Ciudad Jardín, Ciudad Campestre, Los Cámbulos, Prados del Norte, La Flora, Vipasa, 3 de Julio, Urbanización Tequendama, Nueva Tequendama, Refugio, Caldas, San Nicolás, San Vicente, Obrero, Versalles, Calima, Belalcázar, San Bosco, Breñaña, Las Quintas de Don Simón, Los Portales-Nuevo Rey, Primero de Mayo, El Limonar, La Floresta, Atanasio Girardot, Chapinero y Primitivo Crespo. Los planos en los que se observan los establecimientos visitados se encuentran en el Anexo 13.

El número de encuestas realizadas a diario era variable, a pesar de que la meta era constante y esto dependía de la cercanía de los establecimientos y de la disponibilidad de medios de transporte que facilitaran los recorridos realizados.

6.1.3. Análisis de Resultados

Realizar la recolección de información a través de un instrumento como la encuesta, permitió la obtención de datos que abarcan una gran variedad de temáticas involucradas con el tema de interés, por ello se decidió digitar la información obtenida en Microsoft Excel y realizar el análisis a través de tablas dinámicas, las cuales permitieron su agrupación y un cálculo preciso de totales numéricos y porcentuales, gracias estos y a las fotografías tomadas en cada establecimiento durante las visitas, se logró observar el comportamiento de los establecimientos en cada variable evaluada y generar recomendaciones y comparaciones a partir de los siguientes hallazgos:

Siendo fuente de análisis cualitativo y cuantitativo, con base en la información recolectada en ésta y las fotografías tomadas a los establecimientos durante las visitas. Se obtuvieron los siguientes resultados:

6.1.3.1 Información General

De la totalidad de la muestra de establecimientos encuestados se extrajo el porcentaje de participación en dicha cantidad y se denotó que a pesar de que los concesionarios y las lubritecas representan tan solo el 10% y el 27% respectivamente, son los que más aceite usado generan, con un porcentaje de 32% y 24%. Por su parte las estaciones de servicio y los talleres que tienen un porcentaje de participación mayor, 30% y 34% respectivamente, son responsables de generar el 24% y 19% de aceite automotor usado. Esta poca proporcionalidad en estas variables se debe a la importancia de las actividades económicas que desarrolla cada tipo de establecimiento y se denota en la Tabla 09 y la Tabla 10.

Tabla 09. Porcentaje de participación en muestra de cada tipo de establecimiento

Participación en muestra	
Establecimiento	Porcentaje
Concesionario	10%
Estación de Servicio	30%
Lubriteca	27%
Taller	34%
Total general	100%

Fuente. Las autoras

Tabla 10. Porcentaje de aceite generado en cada tipo de establecimiento

Aceite Generado	
Establecimiento	Porcentaje
Concesionario	32%
Estación de Servicio	24%
Lubriteca	24%
Taller	19%
Total general	100%

Fuente. Las autoras

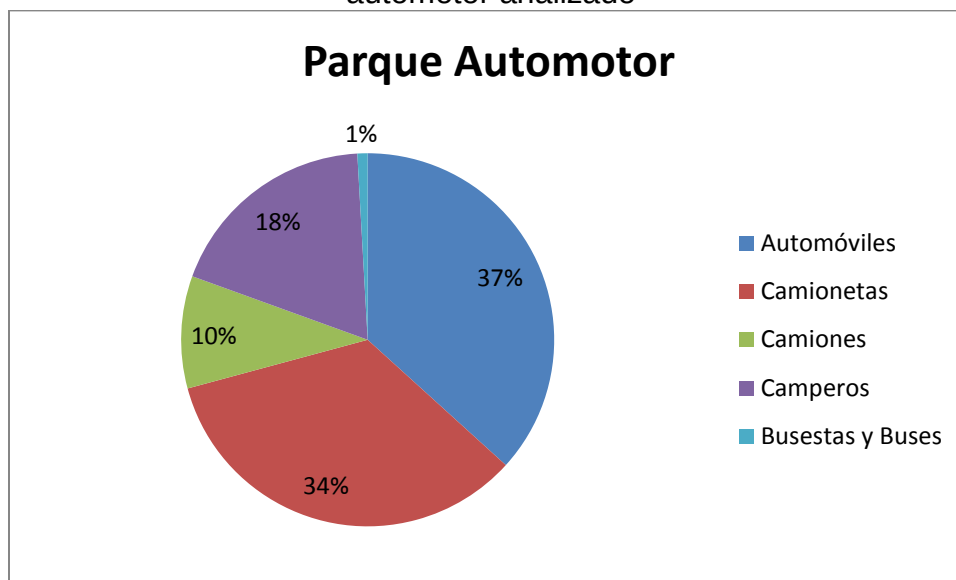
Los concesionarios, son los que mayor cantidad de vehículos atienden al mes para realizarles el cambio de aceite, representando un 30% del 100% que representa el total de aceite generado en los establecimientos, este es seguido por las lubritecas, a quienes acuden el 28% de los vehículos, como lo indica la tabla 11. Este parque automotor considera automóviles, camionetas, camiones y camperos, cuya participación se representa en la gráfica 01.

Tabla 11. Cantidad y porcentaje de vehículos que solicitan un cambio de aceite al mes

Cantidad de vehículos que solicitan cambio de aceite al mes		
Tipo Establecimiento	Total Vehículos	Porcentaje
Concesionario	3170	30%
Estación de Servicio	2184	20%
Lubriteca	3031	28%
Taller	2330	22%
Total	10715	100%

Fuente. Las autoras

Grafico 01. Porcentaje de cada tipo de vehículo comprendido en el parque automotor analizado



Fuente. Las autoras

El 100% de los establecimientos encuestados realizan cambio de aceite automotor y de estos el 95% de caja y transmisión, pero en ninguno de los casos el aceite era separado dependiendo de su procedencia, por el contrario es almacenado en el mismo contenedor temporal, mezclando así sus propiedades, aumentando el nivel de peligrosidad del residuo y disminuyendo las probabilidades de un adecuado aprovechamiento

En la tabla 12 se hace uso del orden numérico para indicar la frecuencia y va de 1-4 en orden descendente, es decir 1 es el más frecuente y 4 el menos frecuente. Según los datos consignados de la tabla el tipo de vehículo que más frecuenta los concesionarios, estaciones de servicio, lubritecas y talleres en busca de un cambio de aceite automotor, son los automóviles, seguidos por las camionetas, camperos y camiones. Solo en las lubritecas se altera este orden, pues en algunas el número de camiones es mayor y teniendo en cuenta que a un camión se le extrae en promedio 11/4 de galón de aceite usado, se suma esta razón al hecho de que las lubritecas estén en el segundo puesto en cuanto a generación de aceite usado.

Tabla 12. Frecuencia de vehículos que realizan cambios de aceite en los establecimientos

Frecuencia del Cambio de Aceite				
Tipo de establecimiento	Automóviles	Camionetas	Camiones	Camperos
Concesionario	1	2	4	3
Estación de Servicio	1	2	4	3
Lubriteca	1	2	3	4
Taller	1	2	4	3

Fuente. Las autoras

6.1.3.2 Protección Personal

En las empresas se implementan programas de salud ocupacional con el fin de promover y proteger la salud de los trabajadores, esto se hace con el control de los accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que se puedan dar como causa de determinadas actividades que se deban realizar en un puesto de trabajo.

Con el fin de cumplir con los parámetros que exige un sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, el empleador debe brindar unas condiciones propicias del puesto de trabajo y controlar los peligros y riesgos que desencadene tanto las labores del trabajador como el ambiente en el que se encuentre.

En el caso puntual de los establecimientos en los que se realiza cambio de aceite, los trabajadores deben contar con los implementos de protección personal necesarios para asegurar no tener ningún contacto directo con el residuo y de que en caso que haya derrames, no existan riesgos de deslizamientos o caídas del personal, como lo indica la hoja de seguridad que se encuentra en el literal 6.2.12.5. A continuación se encuentran los resultados que indican el nivel de cumplimiento de los establecimientos, en cuanto al uso de los implementos de protección personal por parte de los trabajadores.

Tabla 13. Cantidad numérica y porcentual de establecimientos que cumplen con el uso de los implementos de protección personal

Cumplimiento con los Elementos de Protección Personal				
Tipo de establecimiento	Overol	Botas	Guantes	Gafas
Concesionario	8	8	7	7
Estación de Servicio	25	25	20	17
Lubriteca	20	21	10	5
Taller	26	24	14	13
Total general	79	78	51	42
Total Porcentual	95%	94%	61%	51%

Fuente. Las autoras

Como se observa en la tabla 13 el 95% de los establecimientos cuentan con overol o uniforme de trabajo a la hora de realizar el cambio de aceite, el 94% con botas o zapatos antideslizantes, el 61% con guantes resistentes a la acción de hidrocarburos y el 51% con gafas de seguridad, demostrando que un factor que pone en riesgo al personal encargado de los aceites es que no existe una norma, ley o manual que especifique como debe ser su protección personal, por ello en la tabla 13 se reafirma lo anterior, pues a pesar de que los concesionarios y las estaciones de servicio aseguran en su mayoría contar con un control de la vestimenta de los encargados, cifras más preocupantes indican que tan solo el 50% de las lubritecas y el 39% de los talleres cuentan con este tipo de vigilancia. En la figura 05, se observa una de las personas encuestadas en una estación de servicio, portando su uniforme y botas antideslizantes, pero como en ese momento no se encontraba llevando a cabo su trabajo, no traía consigo los guantes y gafas de seguridad.

Tabla 14. Porcentaje de establecimientos que se acogen a algún tipo de norma, ley o manual que rija su protección personal

Acogimiento de la Normatividad					
Tipo de establecimiento	Si	No	Total establecimientos	Porcentaje Si	Porcentaje No
Concesionario	8		8	100%	0%
Estación de Servicio	23	2	25	92%	8%
Lubriteca	11	11	22	50%	50%
Taller	11	17	28	39%	61%
Total general	53	30	83	64%	36%

Fuente. Las autoras

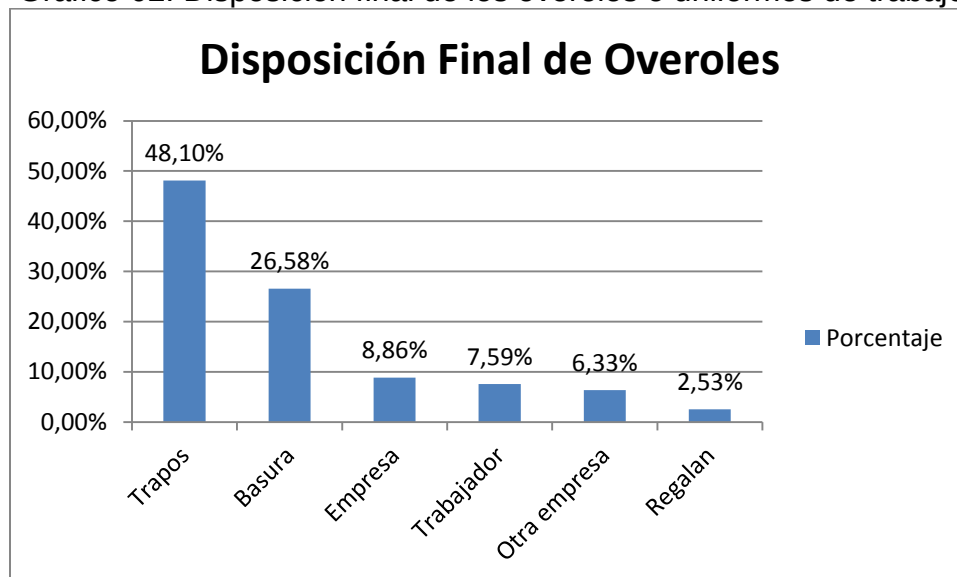
Figura 05. Trabajador de estación de servicio



Fuente. Las autoras

Así como el uso de los implementos de protección son importantes, su disposición final también lo es, pues son artículos contaminados de un residuo peligroso y por ello merecen un tratamiento diferente que asegure no contaminar el medio, ni afectar a ninguna persona. Las personas encuestadas explicaron varios destinos que puede tener cada tipo de implemento y a continuación se explica gráficamente:

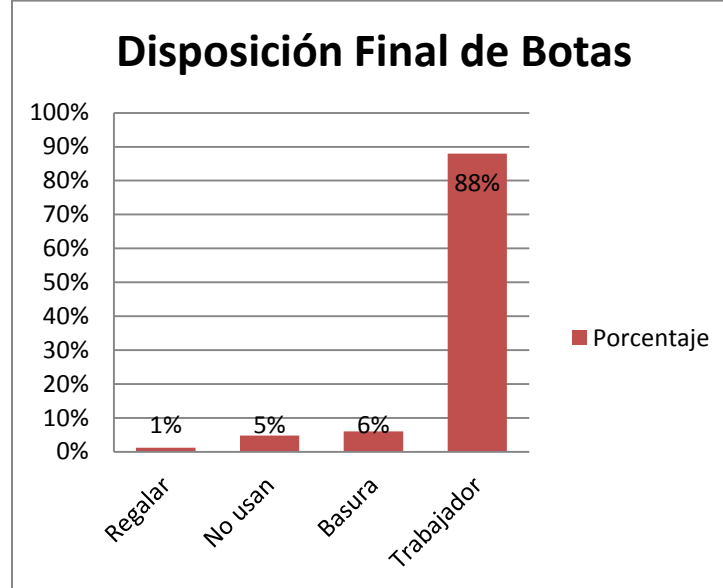
Grafico 02. Disposición final de los overoles o uniformes de trabajo



Fuente. Las autoras

Los overoles, en su mayoría son cortados en retazos o pedazos pequeños y los utilizan como trapos para ayudarse a coger partes del motor que estén calientes o para “limpiar”, a pesar de que el trozo de tela se encuentre lleno de aceite. El segundo porcentaje más alto tuvo lugar en la basura, donde las empresas no se dan cuenta de cuán peligroso y contaminante puede ser tirar todas estas prendas untadas de aceite en la basura y los efectos que podría tener al mezclarse con otras sustancias, al estar expuestas a tan malas condiciones. Sin embargo, casi el 9% de los encuestados decía que la misma empresa o establecimiento en el que trabajaban, les pedía de vuelta los uniformes u overoles pero no sabían muy bien que se hacía con las prendas, mientras que un poco más del 6% de ellas son recogidas por un tercero, en su mayoría por Combustibles Juanchito, entidad que le da la adecuada disposición. Lo anterior es mostrado el gráfico 02.

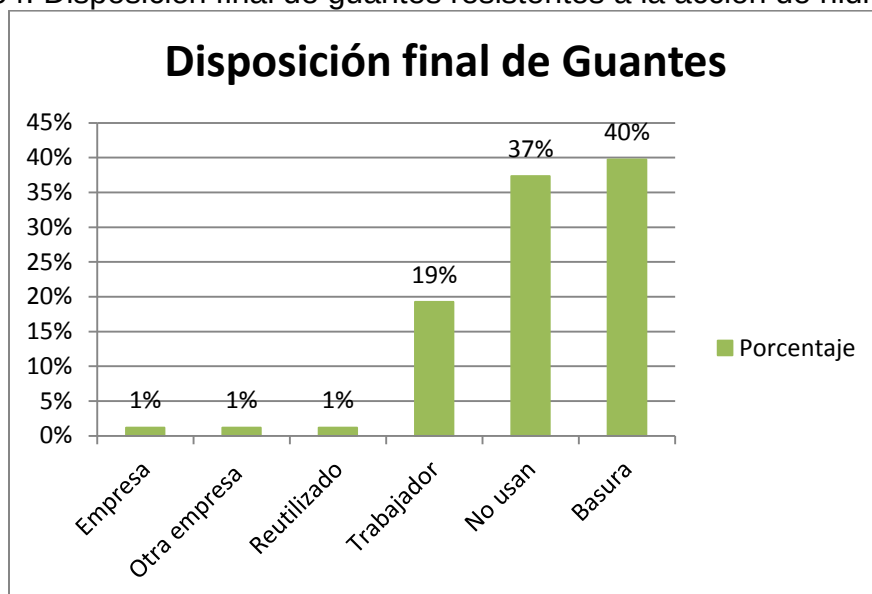
Grafico 03. Disposición final de botas antideslizantes



Fuente. Las autoras

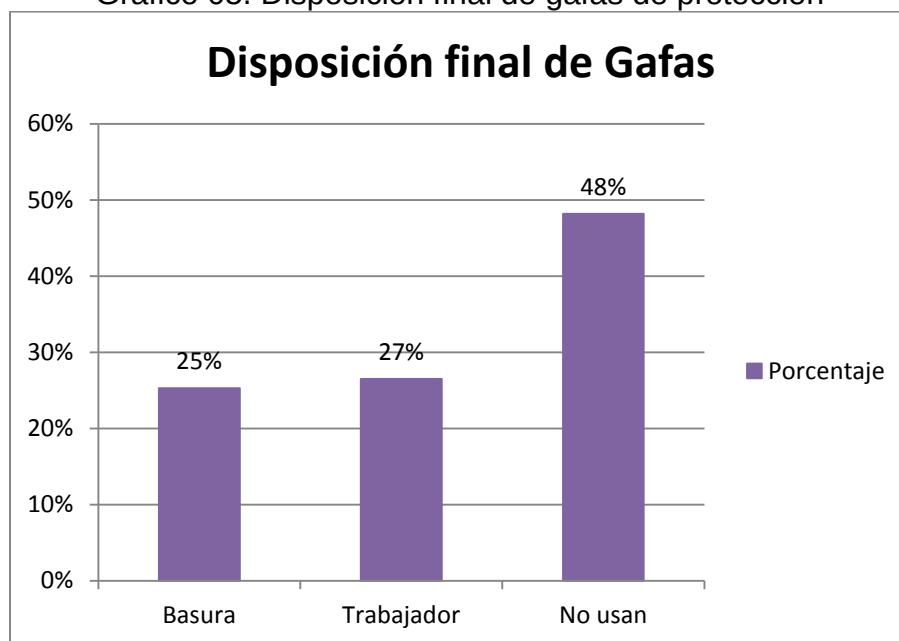
En contraste con los overoles y como se aprecia en el Grafico 03, las botas quedan en su mayoría (el 88%) a disposición del trabajador, quienes por lo regular continúan dándoles un uso constante; el 5% no utilizan, pues llevan a cabo sus labores con zapatos de un material diferente al requerido; el 1% de los trabajadores regalan las botas y el 6% las conducen a la basura. Este elemento tiene un ciclo de vida muy largo, por lo que no es muy común que sean desechadas. A pesar de recibir nueva dotación, el operario puede continuar dándoles uso, por lo que tirarlas a la basura sería no siempre es una buena opción para ellos. Si esto sucediera con frecuencia, se tendría un grave impacto sobre el ambiente pues se componen de materiales que no se degradan fácilmente lo que dificulta su descomposición. Estas no deben ser tiradas a la basura sino realizar una reutilización.

Gráfico 04. Disposición final de guantes resistentes a la acción de hidrocarburos



Fuente. Las autoras

Grafico 05. Disposición final de gafas de protección



Fuente. Las autoras

Aunque portar los guantes y las gafas durante la realización del cambio de aceite hace parte de la normatividad de seguridad para el manejo del residuo, pues se deben tener en cuenta los riesgos de salud ocupacional a los que se ven expuestos los trabajadores cuando se está en contacto con residuos peligrosos,

se pudo observar en los gráficos 04 y 05, los establecimientos no los consideran tan importantes como los otros dos implementos pues del total de encuestas, tan solo el 61,45% y 50,60% estos implementos respectivamente. Para agregar, el 40% de los que utilizan guantes y el 25% de los que utilizan gafas los tiran a la basura, lo que ratifica un gran porcentaje de malas prácticas de manejo y disposición de estos elementos, si se compara con el porcentaje de respuestas que hubo sin marcar y las demás acciones de disposición.

6.1.3.3 Proceso de Cambio de Aceite Automotor

En cuanto a las personas encargadas de realizar el cambio de aceite automotor, se denoto que el 87% cuentan con algún tipo de capacitación, de este porcentaje, el 68% lo brindan las empresas proveedoras de los lubricantes, el 26% las empresas dueñas de los establecimientos, el 4% lo brindan ambas organizaciones y tan solo el 1% es recibido por parte del SENA. Por otra parte el 13% de los establecimientos encuestados no reciben ningún tipo de capacitación, de los cuales el 55% corresponde a los talleres, como se aprecia en las tablas 15 y 16.

Tabla 15. Porcentaje de establecimientos que cuentan con capacitaciones para sus trabajadores

CAPACITACIONES		
Tipo de establecimiento	Si	No
Concesionario	8	0
Estación de Servicio	23	2
Lubriteca	19	3
Taller	22	6
Total general	72	11
Total porcentual	87%	13%

Fuente. Las autoras

Tabla 16. Porcentaje del tipo de entidad que brinda las capacitaciones

Entidades Capacitadoras		
Tipo de Capacitación	Cantidad Establecimientos	Porcentaje
Empresas de lubricantes	49	68%
Empresa generadora	19	26%
Ambos	3	4%
SENA	1	1%
No capacitación	11	100%

Fuente. Las autoras

A pesar de que el porcentaje de capacitaciones brindado por las empresas de lubricantes es muy alto, las personas encargadas de los establecimientos aseguraron en todos los casos, que la temática de estas capacitaciones se limitaba al mercadeo de sus productos y los beneficios que identifica cada marca en sus tipos de lubricantes, pero no instruyen en ningún momento sobre el manejo del aceite virgen y el usado, temas que por ser quienes elaboran un producto al cual su uso lo lleva a convertirse en un residuo peligroso, deberían considerar capacitar a las personas y concientizarlas de la importancia del buen manejo que debe tener el aceite usado, aun mas si el personal que desempeña esta labor en un 59% lo hace de manera empírica contra un 41% que sí ha desarrollado algún estudio previo, lo anterior esta soportado en el artículo 14 del decreto 4741 de 2005, en el que se expone que es obligación del fabricante o importador de un producto o sustancia química con característica peligrosa, como garantizar el manejo seguro y responsable de los envases, empaques, embalajes y residuos del producto o sustancia química con propiedad peligrosa

6.1.3.4 Disposición Final

Al cuestionar a los encargados de los diferentes establecimientos, estos aseguraron tener la siguiente disposición final con respecto al residuo generado de aceite usado, como lo indica la tabla 17.

Tabla 17. Porcentaje de disposición final del aceite automotor usado

Disposiciones Finales del Aceite Usado	
Disposición final	Porcentaje
Bota	0,00%
Almacena	100,00%
Vende	97,59%
Reutiliza	0,00%
Regala	3,61%

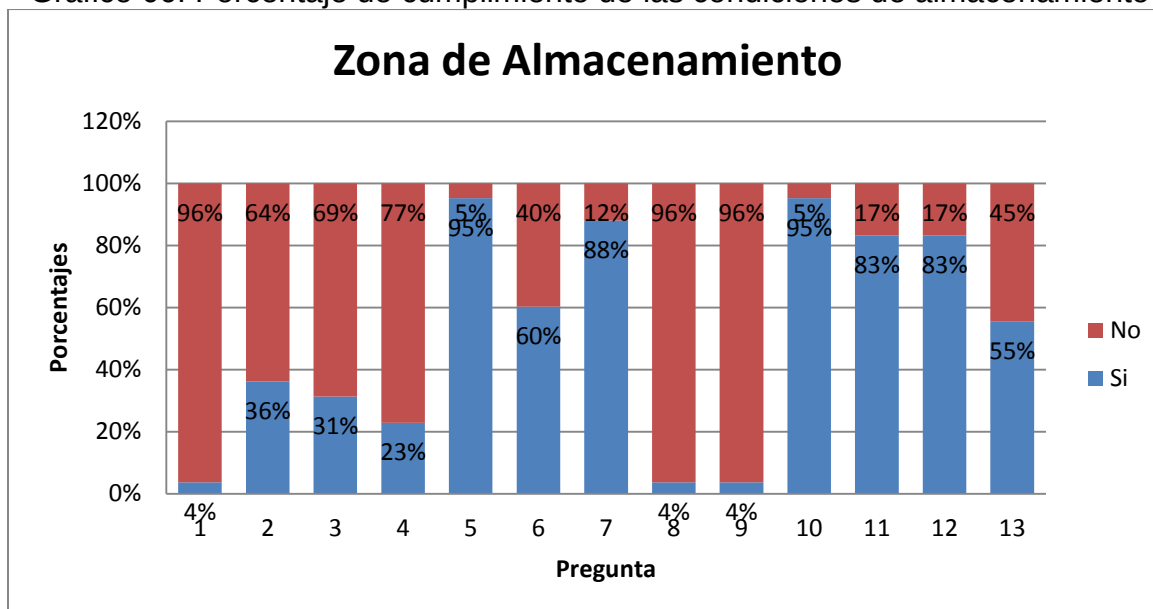
Fuente. Las autoras

El 100% de los establecimientos almacenan el aceite usado y de estos el 97,59% lo venden y el 3,61% lo regalan.

Aquellos que los almacenan, no siempre lo hacen en las condiciones ideales, pues son muchos los requerimientos (ver tabla 18) con los que los establecimientos deberían cumplir para contar con un almacenamiento seguro, libre de derrames y con planes de contingencia en caso de que ocurra algún incidente con el aceite usado, como lo indican los manuales: el Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados (Ministerio de Ambiente, 2006), el Manual de Normas y Procedimientos para la Gestión de Aceites Usados (Alcaldía Mayor de Bogotá), el decreto 4741 de 2005 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005) y la Resolución 0318 del 2000 (DAMA, 2000), cuya aplicación esta formalizada solo para la ciudad de Bogotá, pero la información podría utilizarse como base para determinar los requerimientos que acobijaran los establecimientos de la ciudad de Cali, operando bajo el mismo tipo de RESPEL.

A continuación, en el grafico 06 se sintetiza la información con respecto al porcentaje de cumplimiento de las condiciones propicias de almacenamiento:

Grafico 06. Porcentaje de cumplimiento de las condiciones de almacenamiento



Fuente. Las autoras

Donde las preguntas y los conceptos a evaluar se explican en la tabla 18:

Tabla 18. Cuestionamientos sobre las condiciones de almacenamiento del aceite usado

Evaluación de almacenamiento	
1	Filtración del aceite usado
2	Contenedor temporal rotulado identificando su contenido
3	Señales que prohíban fumar en la zona de almacenamiento
4	Señales que indiquen el almacenamiento de aceite usado
5	Zona de almacenamiento ventilada
6	Piso del almacenamiento de material sólido, antideslizante y con muro de contención
7	Cubierta que evite el ingreso de la lluvia
8	Métodos que permitan la separación del agua y el aceite
9	Zona de almacenamiento con conexión al alcantarillado
10	Área de almacenamiento con fácil acceso para cargue y descargue
11	Extintores cerca al área de almacenamiento
12	Extintores recargados
13	Hoja de seguridad del residuo

Fuente. Las autoras

Tan solo el 3,61% de los encuestados realiza la filtración del aceite, por lo que el otro 96.39% de aceite recogido, es almacenado y dispuesto con partículas metálicas, tierra, agua y productos químicos.

En cuanto a los recipientes de almacenamiento, se encontró que el 63.86% no se encuentra rotulado como un recipiente que contiene aceite automotor usado, por lo que debería ser tratado con cuidado y bajo mejores condiciones que cualquier otro recipiente, para evitar derrames y lo que este incidente pueda desencadenar. En la figura 06 se aprecia una situación adecuada de rotulación de contenedores plásticos, en la que no solo señalizan el aceite usado, sino también el aceite nuevo y su tipo.

Figura 06. Recipiente de almacenamiento temporal de aceite usado y nuevo



Fuente. Las autoras

En cuanto a la señalización requerida, el tipo de establecimiento que le da mayor importancia a tener señales que indiquen que en ese lugar es prohibido fumar, son los concesionarios, equivalentes al 50% del 31.33% de establecimientos que usan los letreros. Sin embargo existe un 68,7% de establecimientos que no identifican la importancia de demarcar áreas libres de humo para evitar trágicos acontecimientos. En cuanto a las señales que identifican a la zona de almacenamiento de aceite usado como tal, tan solo el 22,9% lo hacen, pues el 70,1% restante asegura no tener necesidad de utilizar letreros, todos los trabajadores conocen en qué área se encuentra ubicado el aceite. En la figura 07, se observa una forma indicada de demarcar el área de almacenamiento.

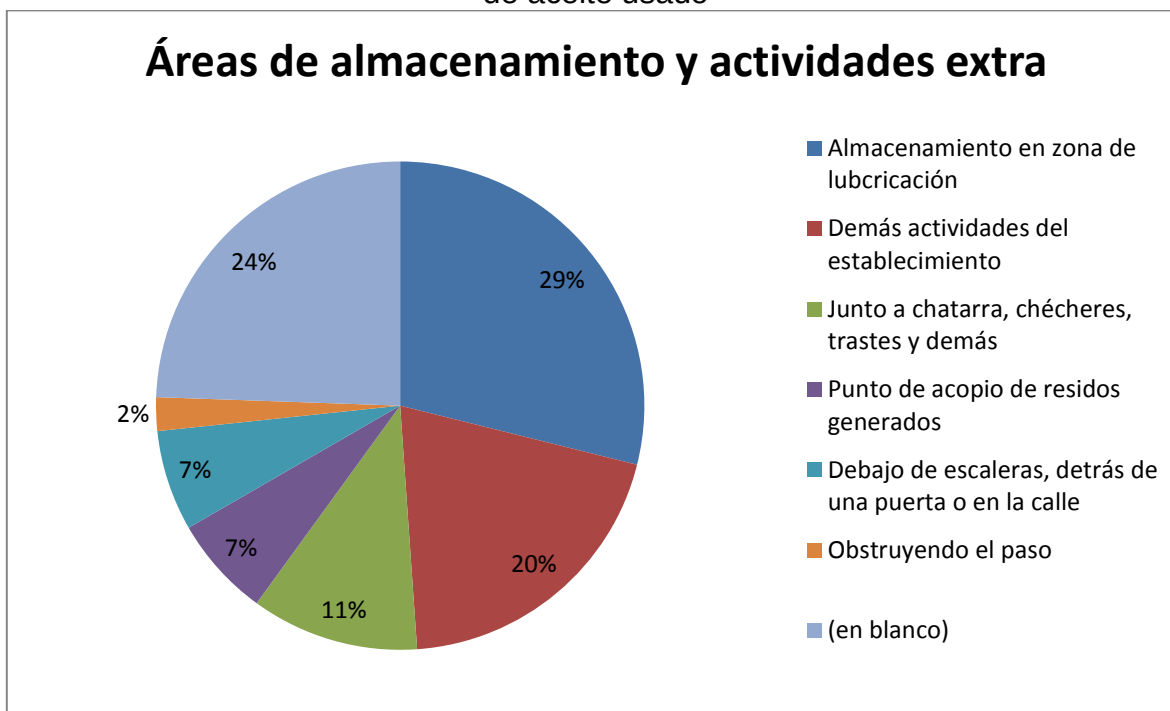
Figura 07. Área de almacenamiento temporal demarcada y con la señalización que indica cuan peligroso es el residuo



Fuente. Las autoras

Es conveniente que el aceite usado se encuentre ventilado y aislado, aunque el 95,2% de los establecimientos cumplen con la primera de estas condiciones, más del 50% de toda la muestra, realiza el almacenamiento del aceite en la misma área donde se desarrollan diversas actividades más, por ende no cumple con la segunda condición. Esto se puede observar en el siguiente diagrama:

Grafico 07. Actividades que se desarrollan en la misma área de almacenamiento de aceite usado



Fuente. Las autoras

En la figura 08 se logra apreciar un área de almacenamiento aislada del resto de actividades desarrolladas en el concesionario y dedicada única y exclusivamente al almacenamiento del aceite usado.

Figura 08. Zona de almacenamiento aislada, ventilada y exclusiva



Fuente. Las autoras

El piso del área de almacenamiento debe ser de un material sólido, antideslizante, sin grietas y con un muro de contención que asegure que en caso de derrames el aceite no se esparcirá por el suelo del lugar, como se observa en la figura 09. En ocasiones los establecimientos cumplían con algunas condiciones, pero no con otras y para asegurar una adecuada disposición del lugar donde mantiene almacenado el aceite por diferentes periodos de tiempo, se debe asegurar el cumplimiento de todos estos aspectos y el 60,2% lo realizan.

Figura 09. Área de almacenamiento de aceite usado y aceite nuevo.



Fuente. Las autoras

Los tanques de almacenamiento deben estar bajo una cubierta que evite el ingreso de la lluvia y por ende entrar en contacto con agua, como se aprecia en la figura 10. De los establecimientos encuestados, el 87,95% contaban con esta protección pero los restantes, en algunas ocasiones tuvieron hasta el tanque destapado. El no tener una cubierta para estos recipientes se puede adjuntar al hecho de no tener un área designada para el almacenamiento que permita tener el aceite usado bajo ciertas condiciones de seguridad, como se observa en la figura 11.

Figura 10. Área de almacenamiento correcta



Fuente. Las autoras

Figura 11. Área de almacenamiento incorrecta



Fuente. Las autoras

Menos del 4% de los establecimientos dicen tener un método de separación del agua y aceite, lo que genera gran preocupación pues este aspecto de vital importancia para disminuir la contaminación que genera el residuo. Tener la mezcla de estas dos sustancias debería poderse evitar a toda costa pues ambos son contaminados al entrar en contacto dificultando su tratamiento.

Una medida de vital importancia es la conexión de la zona de almacenamiento con el alcantarillado, la cual no debe existir en lo absoluto y según los resultados obtenidos se observa que casi la totalidad de los establecimientos cumple con tenerlos separados pues tan solo el 3.61% no cuenta con la infraestructura que permita romper su conexión. En caso de que llegara a ocurrir algún accidente con los tanques, sería una gran cantidad de aceite la que contaminaría el agua al irse por el alcantarillado y esto podría traer graves consecuencias tanto ambientales como en la salud humana. Dado a que estos establecimientos no cuentan con una planta de tratamiento de agua que permita filtrar el agua antes de que sea depositada en la alcantarilla, el aceite llegaría a los ríos aumentando su contaminación.

Un poco más del 95% contiene un área de almacenamiento donde el camión o el vehículo que solicite tener acceso al aceite puede hacerlo con facilidad, ya sea para extender la manguera con la que se bombeará el residuo hasta un carro tanque o para mover una tina llena de aceite a lo largo de todo el establecimiento. En la figura 12 se observa un punto de acopio con facilidades de acceso para la recolección de residuos

Figura 12. Punto de acopio



Fuente. Las autoras

El 83.13% de los establecimientos son cautos y prevén cualquier accidente con el uso de extintores, debidamente recargados al finalizar cada año. Esto es de suma importancia pues por las características químicas, de gran inflamabilidad y explosividad, se podría ocasionar un grave accidente.

Sin embargo, no todos los establecimientos conocen por completo las características de este residuo pues tan solo el 55,42% de los encuestados conocen su hoja de seguridad, dificultando en cierta medida el adecuado manejo y disposición del residuo pues si no existe conocimiento sobre la peligrosidad que tiene la sustancia, no se pueden tomar las medidas adecuadas para manipularlo.

En la figura 07 se muestra un ejemplo de la manera como se puede representar de manera visible los peligros a la salud, al medio ambiente, de inflamabilidad y de manejo en general de este residuo peligroso.

6.1.3.5 Aspectos Generales

Algunos aspectos generales del almacenamiento son que debido a su facilidad de movimiento y traslado, el aceite es almacenado en tambores de 55gl en su gran mayoría, donde tan solo el 13,25% de los recipientes utilizados tienen una mayor capacidad (250gl) y solamente el 1,20% de los encuestados usa un recipiente diferente, un espacio construido dentro del cárcamo, el cual tiene una capacidad similar o un poco mayor a los 250gl. Lo anterior se muestra en la tabla 19 y se evidencia respectivamente en las figuras 13, 14 y 15.

Tabla 19. Porcentaje de uso de los diferentes tipos de contenedor temporal

Recipientes de Almacenamiento	
Tipo	Porcentaje
Tambores 55gl	85,54%
Tanques mayor capacidad	13,25%
Tanque en baldosa	1,20%

Fuente. Las autoras

Figura 13. Tambor de 55 gl



Fuente. Las autoras

Figura 14. Tanque de mayor capacidad



Fuente. Las autoras

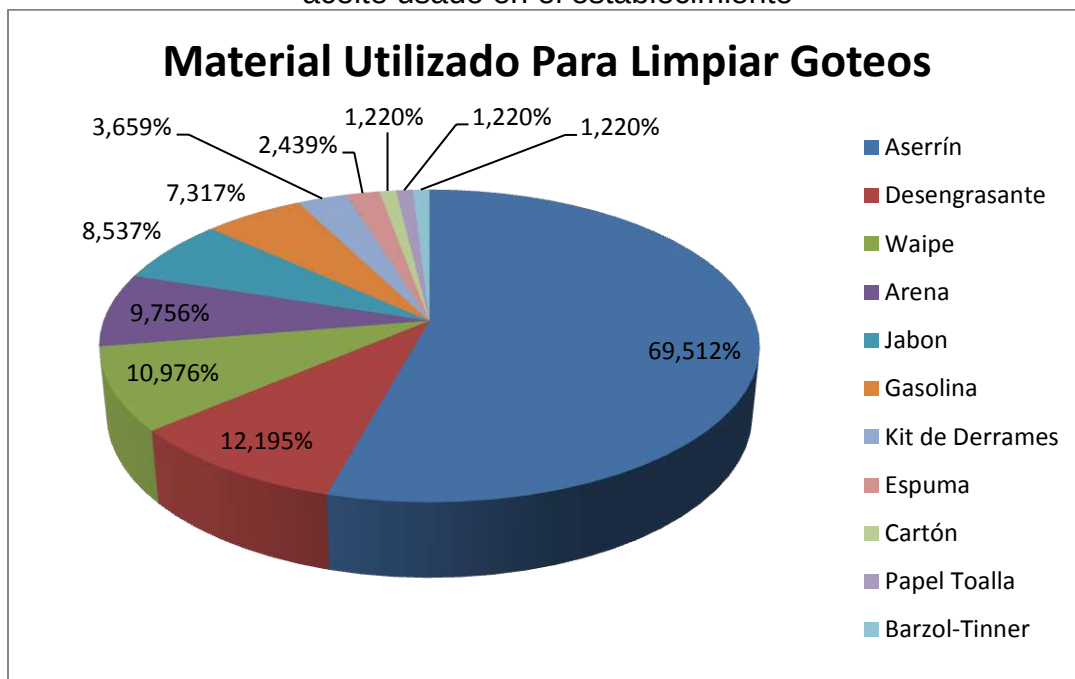
Figura 15. Tanque en baldosa



Fuente. Las autoras

Del total de establecimientos encuestados, tan solo 1 de ellos no tiene derrames al manipular y realizar los diferentes procedimientos relacionados con el aceite mientras que el 99% de los establecimientos, utilizan toda una variedad de métodos para combatir este común, y en algunas ocasiones, inevitable suceso. Los materiales que usan son mostrados en el grafico 08, con su respectivo porcentaje de utilización:

Grafico 08. Porcentaje del material utilizado para limpiar los goteos o derrames de aceite usado en el establecimiento



Fuente. Las autoras

Vale la pena aclarar que varios de los establecimientos utilizan más de un método o material para secar y recoger el desperdicio del aceite. En la mayoría de ocasiones los derrames se deben a la técnica utilizada para realizar el cambio de aceite combinado con lo inadecuado que resulta ser el recipiente de recibo primario en algunos casos, pues el 100% de los establecimientos extraen el aceite usado por gravedad y aunque en algunas ocasiones este se dirige de manera segura al contenedor temporal, en la mayoría, los derrames se dan al tratar de sacar el aceite del recipiente de recibo primario y conducirlo al de almacenamiento temporal. La mejor forma de asegurar que no se den derrames en este traslado es utilizando técnicas como succión y bombeo, pero de los establecimientos tan solo el 16% y el 1% respectivamente, las utilizan o simplemente hacerlo por gravedad, asegurando un transporte limpio entre recipientes.

De todos los materiales utilizados para la limpieza de los derrames de aceite, no se debe utilizar más la arena para limpiarlos pues se corre el riesgo de que el derrame continúe en el sitio, además no se puede utilizar cisco de arroz pues al utilizarlo como combustible en calderas, explota y no realiza la combustión, por esta razón se tan solo es recomendable usar aserrín (figura 16) o wiperes, en ambos casos deben ser recolectados por una empresa autorizada para su incineración

Figura 16. Recipientes de almacenamiento de aserrín limpio y sucio

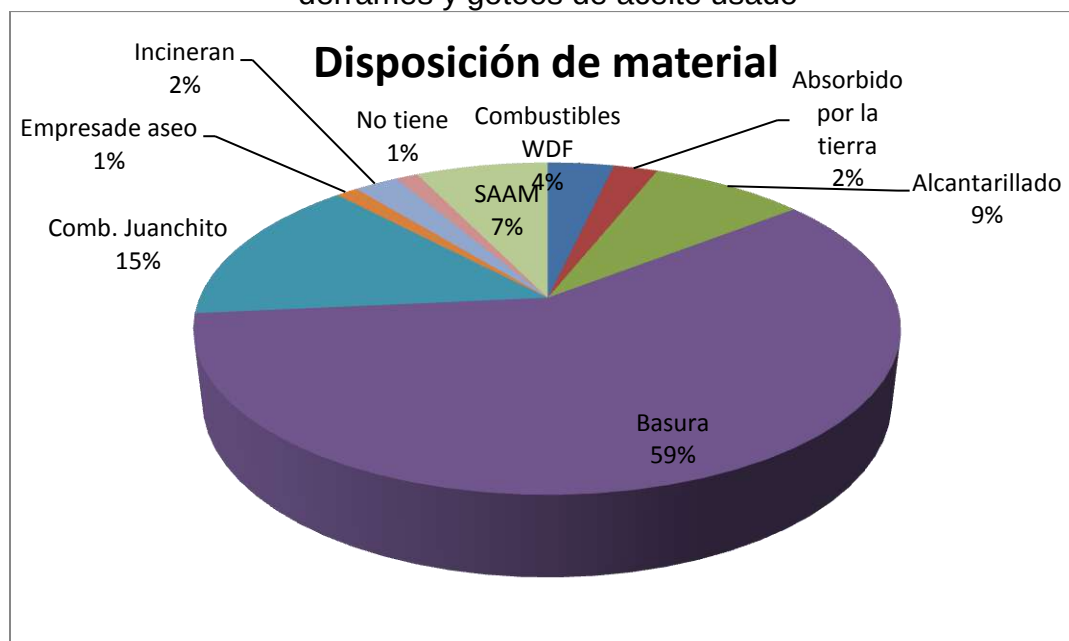


Fuente. Las autoras

El inconveniente existente con los materiales contaminados con aceite, es que las propiedades químicas de estos no son aptas para ser utilizados como absorbentes del aceite, ya que podrían comportarse como una fuente inflamable y gran contaminante. Su disposición tampoco es la correcta pues menos del 16% de estos materiales, está siendo recogido por empresas autorizadas para su recolección y adecuado tratamiento. Estas son las empresas Combustibles Juanchito, Lubricantes WDF y SAAM; los porcentajes más altos se los llevan los

materiales que han sido tirados a la basura o al alcantarillado lo que genera un gran impacto ambiental, como se observa en el grafico 09:

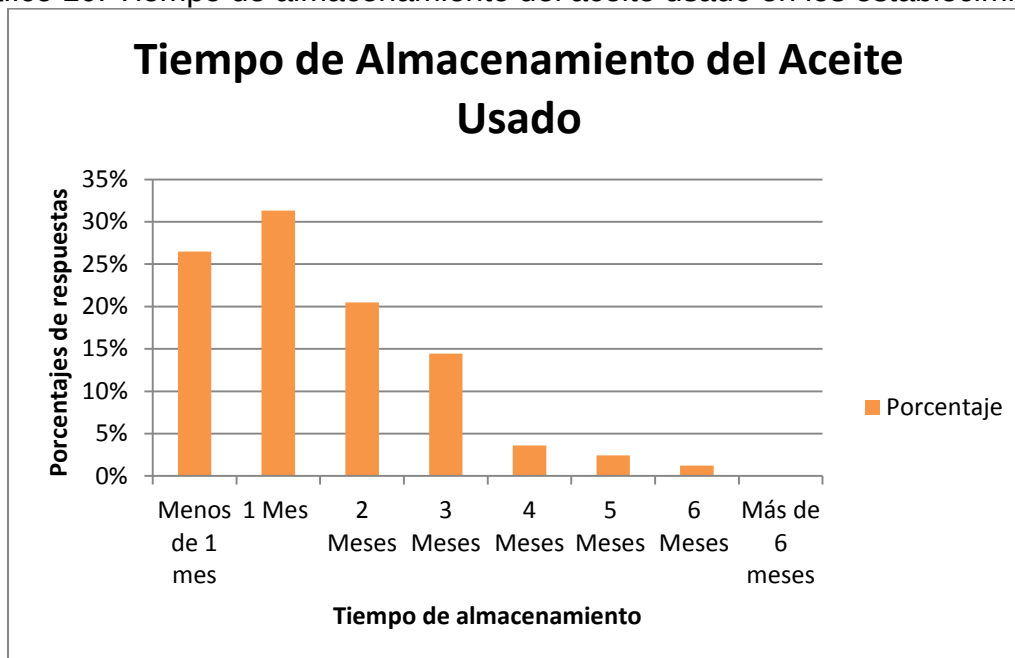
Grafico 09. Porcentaje de disposición final de los materiales utilizados para limpiar derrames y goteos de aceite usado



Fuente. Las autoras

Casi el 60% de los establecimientos esperan entre 1 y 4 semanas para que alguna entidad venga a recoger el aceite que tienen almacenado, como se muestra en la gráfica 10.

Grafico 10. Tiempo de almacenamiento del aceite usado en los establecimientos



Fuente. Las autoras

Existen las categorías de pequeños, medianos y grandes generadores, donde el que genera entre 10-100 kilos/mes es pequeño generador, entre 100-1000 kilos/mes es mediano generador y el que genera más de 1000 kilos/mes es un gran generador, donde entrando a analizar a cada establecimiento por separado, se podría clasificar entre una de estas categorías, teniendo en cuenta que los sitios a los que se le recoge tan frecuentemente el aceite, es en su mayoría generan una gran cantidad de residuo, sin embargo, existen otros pocos establecimientos a los que se les compran el aceite semanalmente, sin importar la cantidad de aceite que haya en la tina, esté semivacía o casi llena. En la tabla 20 se pueden ver las cantidades promedio de aceite que diferentes entidades recogen en los distintos establecimientos en menos de un mes.

Tabla 20. Cantidad de aceite generado en menos de un mes en los establecimientos

Cantidad promedio (gal) de Aceite generado por los diferentes tipos de establecimientos				
Tiempo	Concesionario	Esta servicio	Lubriteca	Taller
menos de 1 mes	508,3	182,5	167,3	169
1 mes	375,5	58,5	80,8	86,25

Fuente. Las autoras

6.1.3.6 Proceso de Transporte

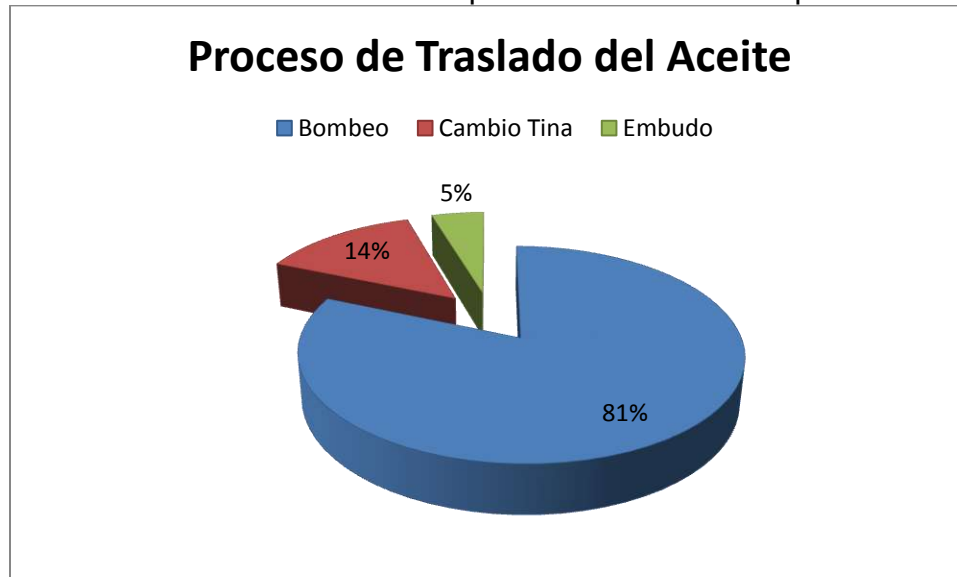
A pesar de la normatividad anterior, este tema era algo complicado de evaluar en el desarrollo del proyecto pues las encuestas permitían conocer solamente la experiencia que tenían los establecimientos generadores del residuo con respecto al servicio prestado por las empresas transportadoras, mas el alcance frente a conocer si los procesos que éstas llevan a cabo para acopiar el aceite y movilizarlo de un punto a otro son los adecuados, se sale de los límites de las visitas y del trabo realizado.

Debido a esto, se evalúa una pequeña relación de los generadores con este proceso de transporte del residuo, partiendo de temas como la forma de traslado del aceite desde el recipiente de almacenamiento hasta el recipiente en que será movilizado y el tipo de recipiente en el que es movilizado por la empresa recolectora, dejando de lado otros temas como la señalización de los vehículos, los documentos que deben portar para poder trasladar los residuos, entre otros aspectos.

La normatividad existente frente a este tema son el Decreto 1609 de 2002, cuyo objetivo es establecer los requisitos técnicos y de seguridad para el manejo y transporte de mercancías peligrosas por carretera en vehículos automotores en todo el territorio nacional, con el fin de minimizar los riesgos, garantizar la seguridad y proteger la vida y el medio ambiente y las definiciones y clasificaciones establecidas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1692 "Transporte de mercancías peligrosas. Clasificación, etiquetado y rotulado" (Ministerio de Transporte, 2002).

A la hora de transportar el aceite usado, para determinado fin, existen pocas opciones en cuanto a la realización del traslado del residuo desde su recipiente de almacenamiento temporal hasta el medio de transporte que se lo llevará. Estas opciones se observan en el gráfico 11, en este se presentan diferentes sistemas utilizados para facilitar este proceso de traslado. El más común es el bombeo y para ello los establecimientos cuentan con diferentes instalaciones que permiten la conexión de la bomba que es facilitada por los transportistas, un ejemplo de esto se puede apreciar en la figura 17.

Grafico 11. Método utilizado para realizar el proceso de traslado del aceite usado desde el contenedor temporal al medio de transporte



Fuente. Las autoras

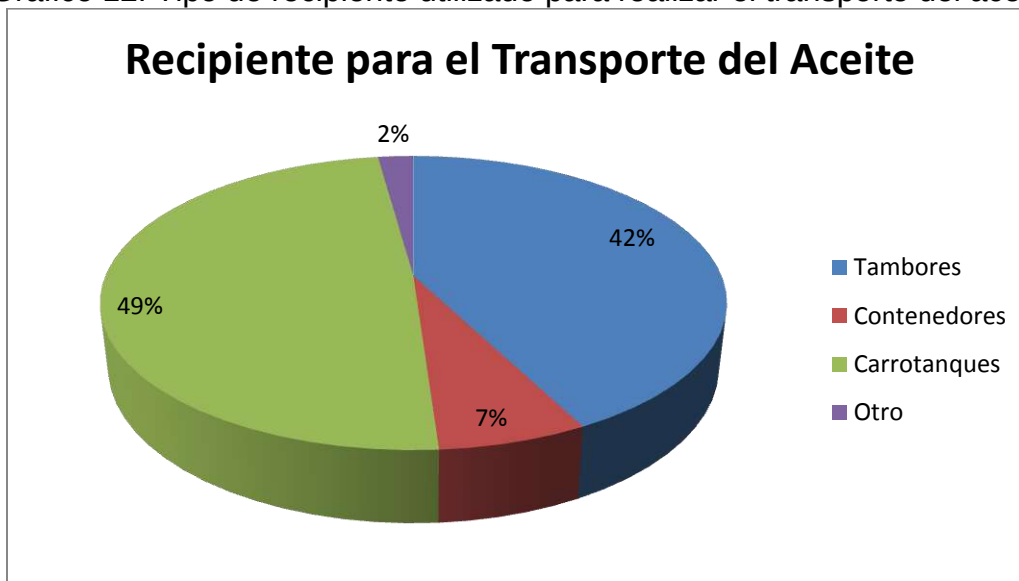
Figura 17. Sistemas para conexión de bomba de extracción de aceite



Fuente. Las autoras

En relación con lo anterior, al 49% de los establecimientos les recogen el aceite y lo depositan en carrotanques para su traslado mientras que el 42% prefiere realizarlo en tambores de 55gl, haciendo referencia al cambio de tina. El porcentaje restante equivale a la recolección del aceite en contenedores de mayor capacidad o a la recolección informal realizada por algunas personas o entidades. Lo anterior se ilustra en la gráfica 12

Grafico 12. Tipo de recipiente utilizado para realizar el transporte del aceite



Fuente. Las autoras

El 81% correspondiente a bombeo hace referencia a la conexión de uno de los extremos de una manguera al recipiente de almacenamiento y con la ayuda de una bomba se va a succionar todo el aceite existente dentro de este recipiente, para que por su otro extremo, entre al recipiente en que se va a trasladar. El 14% prefiere simplemente realizar un cambio de una tina llena de aceite por otra que este vacía y por último, aquellos que no generan mucha cantidad de aceite y tan solo les deben transportar un poco, el 5% restante, utilizan un embudo para vaciar por completo el recipiente que contiene el aceite, en otro donde se esté recolectando el residuo para el posterior transporte, y de esta manera evitar derrames.

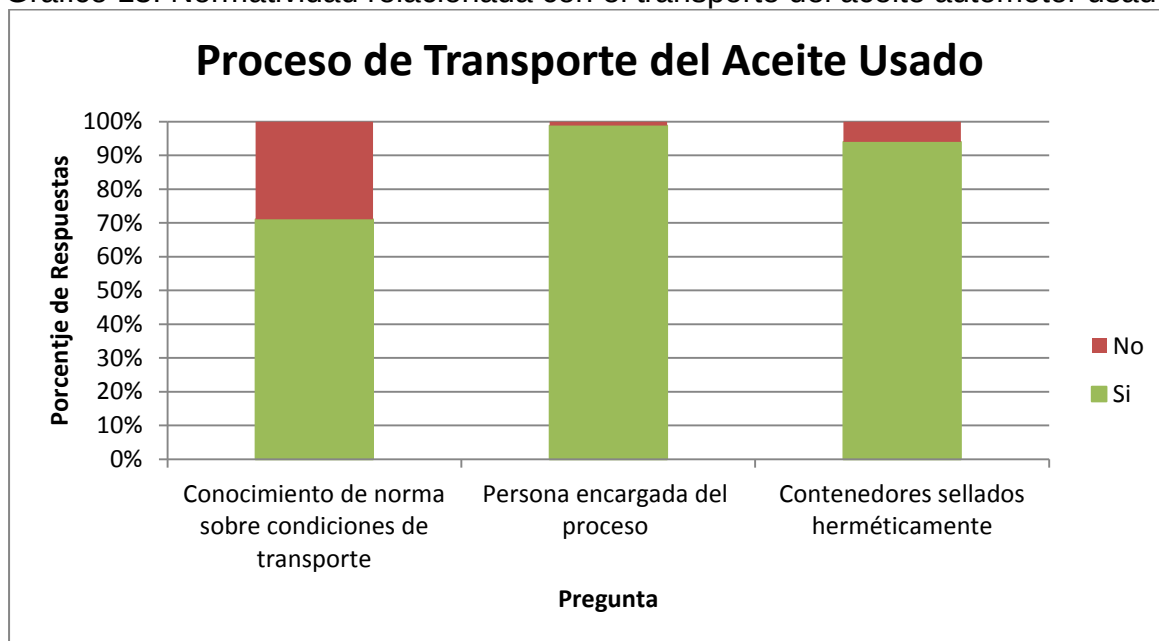
Tal como se aprecia en la gráfica 13, el 71% de los establecimientos dice tener conocimiento sobre la normatividad impuesta por el DAGMA, la cual rige las condiciones del proceso del traslado del aceite usado desde el recipiente de almacenamiento hasta el vehículo que lo transportará para darle algún tratamiento y en algunos casos, usarlo en ciertas actividades. En este caso se menciona solo la normatividad referente al DAGMA porque el tema involucra transporte interno del residuo y no transporte por carretera, que si involucraría a mas actores y mas normatividad.

Esta normatividad incluye el hecho de que el proceso de recolección del aceite para el posterior transporte, debe estar vigilado por una persona en especial, que esté pendiente de tomar las medidas de seguridad necesarias para prevenir cualquier accidente y debe asegurarse de que las condiciones tanto del aceite, como del establecimiento y del encargado de transportar el residuo, sean óptimas

para llevar a cabo todo el proceso. En cuanto a este punto, tan solo el 2% de los establecimientos que se encuestaron no cumplen con este requisito.

En la gráfica también se puede apreciar que el 93% de los contenedores en los que son transportados los aceites de los diferentes establecimientos, se encuentran herméticamente sellados, de manera en el que, dado el caso, se lleguen a maltratar estos recipientes o que el vehículo en el que se movilizan sufra algún accidente.

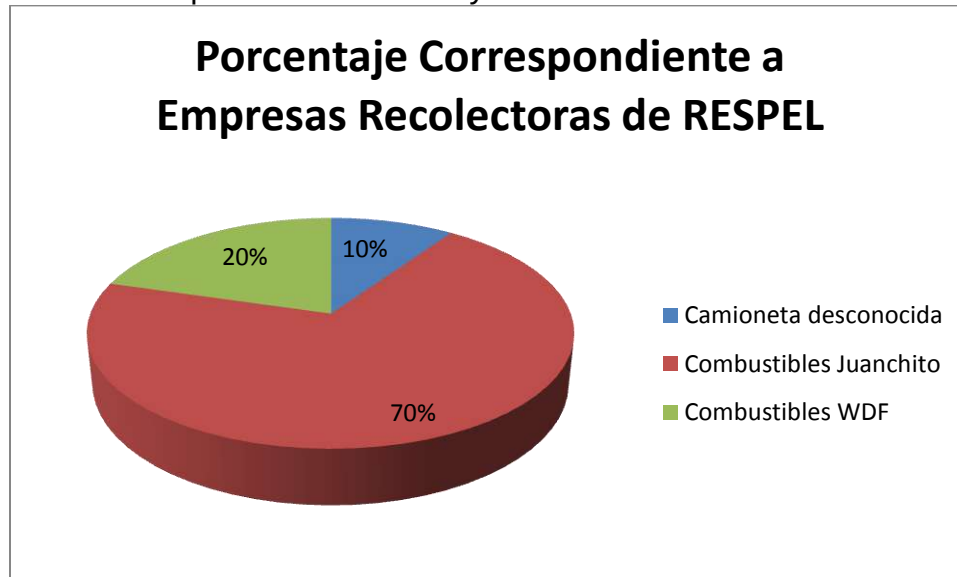
Grafico 13. Normatividad relacionada con el transporte del aceite automotor usado



Fuente. Las autoras

En la ciudad de Cali existen tan solo dos empresas recolectoras de aceite usado y desechos contaminados con este RESPEL, que están certificadas por las autoridades de control ambiental regional y local para desempeñar esta labor. A continuación se muestra la porción correspondiente a cada una en cuanto a los establecimientos a quienes les recogen el aceite usado.

Grafico 14. Porcentaje correspondiente a la recolección de aceite por parte de las empresas autorizadas y entidades desconocidas



Fuente. Las autoras

Como se observa en el grafico 14 el 70% de la recolección de aceite usado está a cargo de Combustibles Juanchito y tan solo el 20% corresponde a Combustibles WDF. Estas dos empresas están certificadas ambientalmente por el DAGMA y la CVC, lo que las autoriza a ejercer la labor de recolección y tratamiento del RESPEL el cuestión y de los productos contaminados con el aceite usado para su posterior incineración, esto a altas temperaturas para evitar la contaminación. Estas empresas deben cumplir con las obligaciones y responsabilidades tanto del transportista, como del receptor, consignadas en el decreto 4741 de 2005, en los artículos 16 y 17 respectivamente.

El 10% de los establecimientos almacenan el aceite y lo venden o regalan a personas desconocidas, sin tener claridad sobre las actividades en que usan el aceite. En algunos casos, los encargados de los establecimientos exigen una explicación de estos usos que le dan al aceite y de las razones por las cuales están interesados en tener acceso a éste; gracias a dicha información se logró elaborar la tabla 21, en la que se exponen los usos que tanto las personas desconocidas como las empresas autorizadas le dan al aceite automotor usado, una vez lo recolectan en los diferentes establecimientos.

Tabla 21. Usos del aceite usado por parte de las entidades recolectoras

Actividades de Postuso			
Recolector	Usos	Cantidad	Total
Camioneta desconocida	Combustible	1	8
	Desmoldante	3	
	Inmunización	1	
	No sabe	3	
Combustibles Juanchito	Combustible	44	58
	Desmoldante	1	
	Fumigación	1	
	Ganado	1	
	No sabe	11	
Combustibles WDF	Combustible	9	17
	No sabe	8	

Fuente. Las autoras

De acuerdo con la tabla anterior, queda claro que aunque un 73% de los encargados de los establecimientos tiene conocimiento de la manera como reutilizan el aceite usado, el 27% no lo tiene, y una posible causa a la que podría atribuirse este hecho es que las personas no son conscientes del alto impacto en el ambiente y en la salud humana que tiene la mala e incorrecta disposición del aceite usado, tanto que no se interesan por saber el destino de un residuo que es responsabilidad de ellos, por ser la fuente generadora.

Otra posible causa, como se observa en la tabla 22, es que el 12% de los establecimientos no exigen una factura en el momento de la venta del aceite, por lo tanto existe un porcentaje de dos de los tres miembros que recoge el aceite que no está cumpliendo con la normatividad, en el caso de las empresas autorizadas, solo una no está cumpliendo con el registro completo de la cantidad de aceite generado que deben reportan anualmente a las entidades de control y en el caso de la camioneta desconocida, existe aún más incertidumbre, pues ni siquiera se tiene conocimiento de quiénes son los que lo recogen, ni que hacen con él y tampoco dejan un documento que soporte la venta del residuo.

Tabla 22. Porcentaje y cantidad de establecimientos que controlan la venta del aceite usado a través de una factura

Empresa	Cantidad		Porcentaje	
	Si	No	Si	No
Camioneta desconocida	0	8	0%	100%
Combustibles Juanchito	56	2	97%	3%
Combustibles WDF	17	0	100%	0%
Total general	73	10	88%	12%

Fuente. Las autoras

A pesar de ello, como lo indica la tabla 23, el 81% de los establecimientos aseguran regir sus actividades de disposición final del aceite usado basadas en la reglamentación impuesta por el DAGMA y el 19% restante asegura no contar con ningún tipo de normatividad que le indique que hacer con este residuo peligroso, este porcentaje está compuesto en un 88% por los talleres y un 13% por las lubritecas.

Tabla 23. Porcentaje y cantidad de establecimientos que aseguran acogerse a la reglamentación expuesta por el DAGMA

Reglamentación DAGMA		
Tipo establecimiento	Si	No
Concesionario	8	
Estación de Servicio	25	
Lubriteca	20	2
Taller	14	14
Total general	67	16
Total porcentual	81%	19%

Fuente. Las autoras

La autoridad ambiental encargada de los controles ambientales a nivel local en la ciudad de Cali es el Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA), el cual rige sus actividades de control con base en el Decreto 4741 de 2005, que reglamenta todo en cuanto a las condiciones que deben desarrollar los generadores, fabricantes, transportistas y receptores de RESPEL, para brindar un correcto manejo, transporte y tratamiento a estos residuos, en este caso en particular, el aceite automotor usado.

Además dentro de los requisitos ambientales con los cuales debe contar toda empresa generadora de residuos está el de tener un Plan de Gestión Integral de Residuos, basado en los lineamientos elaborados por el IDEAM y que se encuentran disponibles en línea, según lo establecía un ingeniero del DAGMA, en una visita de las autoras realizada a la entidad (Molina Sánchez, 2013). Sin embargo no todos los establecimientos cuentan con un PGIR, pues de 43 sitios donde se realizó este cuestionamiento, el 60% aseguraron contar con uno y el 40% negaron hacerlo, aunque sea mayor el porcentaje de aceptación de la

reglamentación del DAGMA en diferentes casos se denotó que el plan no tenía un carácter integral y no abordaba todos los aspectos que en realidad requiere.

Se evidenció que existe una falta de conocimiento de los lineamientos que deben seguir los establecimientos para elaborar su plan de gestión integral de residuos pues aunque estos documentos existen, como el documento expedido por la Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, Lineamientos Generales para la Elaboración de Planes de Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos a Cargo de Generadores” (Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá, 2005), no hay claridad sobre los componentes que el PGIR debe contener. De igual forma, no existe una evaluación periódica por parte de la autoridad ambiental que exija el cumplimiento de estos lineamientos, según expresaban algunos de los encuestados durante el trabajo de campo.

6.1.4. Conclusiones

Para concluir el trabajo de campo realizado con los establecimientos generadores de aceite usado como residuo peligroso, se diseñó una lista de chequeo, teniendo en cuenta los parámetros decretados en 4741 de 2005 y en el Manual de Normas y Procedimientos para el Manejo y la Gestión de Aceites Usados (Secretaría Mayor de Bogotá D.C), Anexo 16, junto con un análisis DOFA presentado al cierre de este punto.

Del estudio realizado en la ciudad de Cali con una muestra de 83 establecimientos, seleccionada aleatoriamente, distribuidos entre 29 diferentes barrios pertenecientes a 8 de las 22 comunas que componen la ciudad, se puede concluir sus puntos más relevantes de la siguiente manera:

Los cuatro tipos de establecimientos que se trabajaron (Estaciones de Servicio, Lubritecas, Concesionarios y Talleres) tienen una serie de actividades económicas en común, que llevan a cabo dentro de sus instalaciones, además de tener otra principal, la cual los representa. A esta actividad en especial, se le asocia un código CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme), el cual permite que el establecimiento sea registrado ante la Cámara de Comercio y la DIAN, y es a través del cual se logró realizar una tipología de los establecimientos.

De esta forma, cuando se mide para cada actividad económica el porcentaje en que es desarrollada por cada tipo de establecimiento, resultó uno que la ofrecía como un servicio entre un 30% y 60%, lo cual la hacía la actividad más importante para ese tipo de establecimiento en especial, mientras que la cantidad restante se repartía entre los otros tres establecimientos en partes casi iguales. La actividad que tuvo mayor equidad entre los 4 establecimientos fue el cambio de aceite, donde a excepción de los concesionarios, cada establecimiento la desarrollaba entre el 25% y el 34%.

En cuanto a los elementos de protección personal, existe una falta de conciencia por parte de aquellos que manejan el residuo. Esto se pudo identificar de manera cualitativa pues a pesar de que las cifras revelan el uso de estos implementos (94% para los overoles, 91% para botas, 61% guantes y el 51% para las gafas), al realizar preguntas relacionadas con el porqué de este uso, todos respondían que eran motivos de la empresa, para que hubiera uniformidad en sus trabajadores, pero en ningún momento fue mencionado el hecho de que son elementos de protección personal.

En varias ocasiones se encontró que para muchos, utilizar estos implementos no era de gran relevancia: el overol lo pueden reemplazar con cualquier prenda de vestir, las botas con cualquier par de zapatos que en algunos casos dejan la piel descubierta, en cuanto al uso de las gafas expresan que no hay necesidad de ellas y de los guantes solo los utilizan cuando el motor del carro se encuentra a altas temperaturas. Tampoco se realiza la correcta disposición de estos elementos pues en una medida significativa, por ejemplo los overoles que son el elemento que se debe cambiar con mayor frecuencia pues por su función se desgastan y se deterioran con mayor rapidez, son depositados en la basura el 25% de las veces, en comparación con la cantidad que son recogidos por empresas autorizadas (tan solo el 6%) para ser correctamente dispuestos, lo que permite afirmar que no existe conocimiento sobre las graves consecuencias ambientales a las que tirarlos a la basura conlleva.

Lo anterior también se debe a que las personas que se encargan de realizar el cambio de aceite son en su mayoría, un 60%, trabajadores empíricos, los que tienen un estudio técnico son solo el 40%. Por ende, no existe la suficiente conciencia sobre los efectos de los residuos peligrosos en la salud humana y el ambiente, a lo que las empresas generadoras responden negativamente pues no brindan capacitaciones relacionadas con el manejo, la disposición de estos residuos y los riesgos de una incorrecta manipulación, por el contrario, le dan paso a capacitaciones de mercadeo que buscan incrementar la venta de las diferentes marcas de aceites y son dictadas por las empresas de los lubricantes.

En cuanto a la disposición, ningún establecimiento encuestado bota el aceite pero sí se ven obligados a almacenarlo durante algún tiempo pero no cumplen con la totalidad de los requerimientos en el área, siendo la filtración del aceite, las señales que indiquen que en ese punto es el sitio de almacenamiento del aceite usado y los métodos para la separar el agua del residuo, los aspectos que son pasados por alto en mayor medida. Sin embargo, a lo anterior se le suma el hecho de que gran cantidad de establecimientos no tienen en cuenta que los tanques de almacenaje deben estar rodeados por muros de contención o diques que prevengan cualquier derrame masivo; no cuentan con la hoja de seguridad del residuo e incluso algunos trabajadores no la conocen.

El 54% de las áreas de almacenamiento no son designadas para esta actividad específicamente, sino que se encuentran con mucho desorden pues además de

estar mal ubicadas dentro del establecimiento, en algunas ocasiones dentro del área de cambio de aceite, en otras detrás de las puertas en cualquier esquina, en el mismo espacio se guardan junto al aceite filtros, chécheres, trastes, implementos de aseo, cajas de cartón, basura y toda una serie de elementos que parecen, incluso, no tener uso ni destino alguno. Esto amplía la posibilidad de contaminación tanto del aceite con otros residuos en caso que hubiese un derrame, y posiblemente de forma inversa, concluyéndose que la situación del almacenamiento del aceite en la ciudad no cuenta con buenas condiciones.

Por otro lado, el 98% de los establecimientos venden el aceite usado, en su mayoría a entidades autorizadas pero existe otro pequeño porcentaje que no tiene conocimiento de la persona natural o jurídica a quien le entrega el residuo o cuál va a ser la disposición final que éste le dará. Al vender el aceite se genera un intercambio de tinajas donde el transportador recoge la tinaja llena de aceite en la empresa acopiadora y les deja otra vacía para que ellos realicen en ésta el almacenamiento del residuo. Este intercambio se convirtió en una excusa para no realizar la debida rotulación del contenedor por lo que se propone como solución en la aplicación de etiquetas desprendibles que permitan identificar el contenido de los tambores en todo momento.

En relación con el material oleofílico, Cali no se encuentra realizando las mejores actividades pues utiliza una gran variedad de productos que no son aptos para la limpieza del aceite como son la arena, el jabón, retazos de espuma, cartón o toallas de papel. Con estos elementos se corre el riesgo de que el aceite no quede completamente absorbido o limpiado, que llegue el agua contaminada con estos residuos de aceite llegue hasta las alcantarillas. Se deben utilizar tan solo el aserrín y los kit de limpieza, o wiperes para limpiar solo pequeñas cantidades. Todos estos deben ser recogidos por las empresas autorizadas.

Finalmente, no es suficiente con tener presente la existencia de una serie de decretos y normas que conforman toda la normatividad de los aceites como residuo peligrosos, si no se tiene conocimiento sobre ella. En la ciudad, existe un alto porcentaje de establecimientos en esta situación, la cual se puede categorizar como preocupante pues no se tiene el conocimiento sobre el porqué las distintas actividades deben llevarse a cabo de determinada forma y porqué se deben tener controles con el residuo. Muchos de los establecimientos desconocen la necesidad de un PGIRS Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos, y lo confunden con pequeños procesos de reciclaje y separación de residuos. De alguna u otra forma, los establecimientos están aportando a la mitigación de los impactos ambientales que son causados por el mal manejo de los residuos sólidos, sin embargo, esto no es suficiente y se requiere la implementación de planes de gestión residuos peligrosos para completar los ideales de los PGIRS.

Es necesario que tanto los establecimientos que prestan los diferentes servicios para los vehículos automotores, como sus dueños, tengan mayor conocimiento sobre el manejo y la disposición de residuos de manera que todas las prácticas

encaminadas a la manipulación de estos, reduzcan el riesgo de contaminación al ambiente y a la salud humana, que se tenga conciencia de los efectos que puede tener el hecho de realizar procedimientos inadecuados y que se realice sin falta alguna el plan integral de gestión ambiental de residuos a través del cual se controle todo lo relacionado con los residuos sólidos y peligrosos de un establecimiento.

Tabla 24. Análisis DOFA del Manejo y Disposición del Aceite Automotor Usado en la Ciudad de Cali

MATRIZ DOFA	FORTALEZAS-F • Capacitaciones Sena y Fendipetroleo • Venta de la mayoría de aceite usado generado a empresas autorizadas para su recolección • La mayoría de los establecimientos están autorizados por el DAGMA y la Cámara de Comercio para operar bajo determinada actividad económica • El gobierno tiene la responsabilidad de promover la adopción de medidas para reducir al máximo la generación de impactos ambientales causados por un mal manejo y disposición del aceite y así se reduzcan sus propiedades nocivas mediante técnicas apropiadas. • Existen dos empresas encargadas de la recolección y reutilización del aceite usado, las cuales cubren en su mayoría el porcentaje generado en la ciudad • Los procesos y tecnologías existentes permiten la reutilización o reciclaje de residuos o desechos peligrosos, transformándolos en sustancias susceptibles de ser utilizadas o aprovechadas ya sea como materia prima o como energéticos.	DEBILIDADES-D • Los trabajadores no dimensionan la importancia de los elementos de protección personal • Bajo nivel de capacitación de personal encargado del manejo del RESPEL • Falta de reconocimiento de los beneficios ambientales y salubres de un buen manejo ambiental de este residuo • Inexistencia de un PGIRS integral
OPORTUNIDADES-O Aplicación de manuales existentes es casi nula, por ende existe la oportunidad de implementar la Guía de manejo ambiental Si se capacita de una mejor manera a los trabajadores encargados del manejo del aceite, la contaminación causada en los puntos de lubricación y almacenamiento disminuiría	ESTRATEGIAS-FO Se puede desarrollar en mayor medida la influencia de las entidades de control municipal y departamental y gestionar en lo posible la aplicación de la guía de manejo ambiental, de manera legal. Aumentar las capacitaciones del SENA y de Fendipetroleo para lograr una mayor aceptación	ESTRATEGIAS-DO Aplicación de manuales para lograr un mayor reconocimiento de la importancia del uso de los elementos de protección personal y todo lo referente al manejo y disposición del aceite usado y el reconocimiento de los beneficios ambientales que trae una adecuada gestión de este residuo Mayor nivel de capacitación de los trabajadores

Desarrollo de prácticas de reutilización que permitan refinar el aceite para poder reutilizarlo en esta misma labor • Apoyo gubernamental para el desarrollo de proyectos medioambientales.	conceptual por parte de los trabajadores de los riesgos que representa el manejo de RESPEL Inversión en las empresas existentes o en proyectos que desarrollen nuevas tecnologías además de las actuales, para lograr llegar a un ideal de refinación del aceite usado, dando lugar a aceite lubricante apto para los usos iniciales	encargados del manejo del aceite usado A través del apoyo del gobierno y las entidades de control lograr un mayor compromiso con el cumplimiento de un adecuado PGIRS
AMENAZAS-A • Falta de conocimiento de la normatividad existente que rige el manejo y disposición del aceite usado en la ciudad y el país • Falta de conciencia y reconocimiento de los daños a la salud que causa el aceite usado. • Inadecuada disposición de los materiales contaminados con aceite usado • Solo difusión de mercadeo de los productos • Incumplimiento con los requisitos de un adecuado almacenamiento de aceite usado • Venta de cierta cantidad de aceite a entidades no autorizadas • Quemadas indiscriminadas, derrames del residuo de aceites o de su disposición en rellenos sanitarios o botaderos a cielo abierto. • No existe control alguno en cuanto a disposición final del residuo de aceites, en los establecimientos no autorizados por las entidades de control departamentales y locales.	ESTRATEGIAS-FA Mayor compromiso de las entidades de control existentes, para abolir esa falta de conocimiento de la normatividad existente sobre el manejo y disposición del aceite usado y los impactos ambientales que trae consigo. Estandarización del material oleofílico que deben usar en caso de derrames y asegurar una adecuada disposición de este material contaminado y de la vestimenta de los trabajadores Reconocimiento de la totalidad de establecimientos generadores de aceite usado, por parte de las entidades de control.	ESTRATEGIAS-DA Lograr una mayor difusión de los impactos ambientales y en la salud humana que causa un mal manejo del aceite usado, para crear una conciencia colectiva sobre los riesgos que implica un este mal manejo y los beneficios de una adecuada gestión

6.2 GUIA DE MANEJO AMBIENTAL DEL ACEITE AUTOMOTOR USADO

6.2.1 Introducción

El presente documento muestra los lineamientos y pasos a seguir para un adecuado manejo y disposición del aceite usado dentro de las instalaciones de los generadores de este residuo, en de la ciudad de Cali.

Se redacta con base en el proyecto de grado Diagnóstico del Manejo y Disposición de Aceites Automotores Usados en la Ciudad de Cali, investigación realizada durante el año 2013 donde se comprenden aspectos generales de cada establecimiento, cuestionamientos sobre la protección personal de los trabajadores, la manera como estos realizan el cambio de aceite automotor y la disposición y el manejo que le dan al mismo; y la normatividad expedida por los entes de control local y nacional, con el fin de prevenir y regular la generación de residuos peligrosos para cuidar y preservar el medio ambiente, evitando su contaminación.

En la investigación de proyecto de grado se concluyó que la ciudad se encontraba con una falta de conocimiento y conciencia sobre el manejo y la disposición del aceite usado, como residuo peligroso debido a que los establecimientos no ofrecen capacitaciones para sus empleados respecto al tema y estas personas en la mayoría de las ocasiones cuenta con un nivel bajo de escolaridad, lo que les dificulta tener conocimientos teóricos sobre el aceite. Así mismo, se desconoce la normatividad que rige las actividades relacionadas con el aceite usado, lo que impide que las medidas que se tomen sean controladas de manera rigurosa y genera confusiones en cuanto a los planes integrales de gestión de residuos peligrosos que deberían tener estos establecimientos.

Se identificó que los trabajadores de diferentes establecimientos no reconocen la importancia de los elementos de protección personal, dejando su salud expuesta a la acción del residuo lo cual podría traerles graves consecuencias y una vez llega su vida útil, no les dan la adecuada disposición. De igual forma, existen muchas falencias en cuanto al almacenamiento temporal del aceite, en donde se incumplen varias de los requerimientos de la actividad en general, generando un incorrecto manejo y cuidado del aceite usado.

Con respecto a la venta de aceites usados, la gran mayoría de los establecimientos lo hacen a empresas autorizadas, sin embargo existe un pequeño porcentaje que lo vende a personas que no conocen ni saben qué realizan con el aceite que se está vendiendo. Lo anterior implica la contribución a malas prácticas y usos del aceite automotor usado y con ello, grandes afectaciones al ambiente.

6.2.2 Alcance

La guía de manejo y disposición de aceite automotor usado pretende abarcar a toda la población comprendida por estaciones de servicio, talleres de mecánica, lubritecas, concesionarios, servitecas, lavaderos de autos y energitecas, que estén certificados por el Departamento Técnico Administrativo de Gestión del Medio Ambiente y clasificados como pequeños, medianos o grandes generadores de aceite usado. Esta población deberá estar comprendida en el territorio rural y urbano de la ciudad de Cali

La finalidad de la guía es generar un impacto en el campo medio ambiental, pues a través de la determinación de la mejor forma de manejar y disponer el aceite usado, se asegurará que uno de los residuos catalogado como peligroso, no influirá ni en la degradación de la salud humana, ni en la contaminación de los recursos naturales, ni en la destrucción los de diferentes ecosistemas.

6.2.3 Objetivos

6.2.3.1 Objetivo General

El objetivo general de esta guía es mostrar cuáles deben ser los procedimientos correctos para manejar y darle disposición al aceite automotor usado en los diferentes tipos de establecimientos en la ciudad de Cali, relacionados con el residuo por cualquier actividades, por ejemplo acopio, almacenaje o transporte.

6.2.3.2 Objetivos Específicos

Más concretamente, la guía busca en específico:

- Brindar una base que le permita a cualquier persona encargada del manejo de los establecimientos informarse sobre cuáles son las normas y decretos que regulan sus actividades, por ser generadores de residuos.
- Dar a conocer cuáles serían los riesgos en el ambiente y la salud humana en caso de no implementar buenas prácticas de manejo de este residuo.
- Mostrar cuáles son las obligaciones mínimas con las que un generador de aceite usado o debe cumplir
- Indicar que es lo que se debe hacer para contar con un programa de gestión integral del aceite usado específicamente, como residuo peligroso, y poderlo integrar al plan de gestión integral de todos los residuos que se generen en el establecimiento.

6.2.4 Antecedentes

En el año 2006 un comité operativo, uno técnico, uno jurídico y uno de diseño e impresión, conformado por el DAGMA, el DAMA, el DAMAB, el AMVA, CORANTIOQUIA, la ACP, la Fundación Codesarrollo, el FAU y el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, dieron lugar al Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados, en el que se exponen todos los procedimientos que se deben llevar a cabo en cuanto al manejo de aceites dependiendo del tipo de actor que intervenga, entre los que se encuentran el fabricante o importador, el acopiador, el transportador, el almacenador, el tratador, el disponedor final y el receptor. Además este manual incluye un esquema general de un plan de contingencia en el que marca la importancia de que cualquier empresa o entidad que tenga algún tipo participación en el proceso del aceite usado debería contar con uno similar, pues en este se especifica cómo se debe afrontar las eventualidades que puedan ocurrir en cuanto a fugas, derrames, incendios o cualquier otro tipo de accidente que resulte de la manipulación de los aceites lubricantes usados (Ministerio de Ambiente, 2006).

En el 2007 Fendipetroleo expidió la Guía de Estaciones de servicio (Sodicom - Fendipetróleo), que cobija las estaciones de servicio ubicadas en la ciudad de Cali. Fendipetroleo es la Federación Nacional de Distribuidores de Combustibles y Energéticos, una entidad gremial de carácter permanente, de derecho privado, sin ánimo de lucro, creada en 1971 y establecida para ejercer sus actividades en todo el territorio nacional. Se encarga de fomentar el desarrollo de los distribuidores de combustible y gas natural vehicular, orientar, representar y proteger sus intereses dentro de un criterio de bienestar y progreso del país, y con el ánimo de cumplir y alcanzar los fines, objetivos y servicios que se determine como Federación (Sodicom - Fendipetróleo). La guía incluye todas las medidas ambientales que se deben implementar en estaciones de servicio de combustibles líquidos y puntualmente con respecto al aceite usado, expone el manejo final y uso que se le debe dar, como debe ser el almacenamiento correcto y como se debe realizar la recolección del mismo.

A pesar de la existencia de estas dos guías, su implementación por parte de las empresas generadoras no cuenta con un constante control y la aplicación de la segunda no es de manera obligatoria, pues es tan solo el insumo de conferencias y capacitaciones brindadas por Fendipetroleo.

6.2.5 Marco Teórico

6.2.5.1 Generalidades del Aceite

El aceite usado es todo aceite lubricante, de motor, de transmisión o hidráulico con base mineral o sintética de desecho, que por efectos de su utilización se haya vuelto inadecuado para el uso asignado inicialmente. El aceite usado tratado, es todo aquel que ha sido sometido mediante medios físicos, químicos o biológicos a un proceso de limpieza de elementos tales como sedimentos, compuestos de cloro, metales pesados, solventes y otros elementos provenientes de aditivos y de usos originales como aceite lubricante en vehículos o sistemas industriales.

El aceite usado es un residuo peligroso al poseer características CRETIP (corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad y al ser biológicos infeccioso) por lo que es clasificado en la categoría Y8, Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados, y Y9, mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua, según la clasificación de residuos peligrosos acordada en la Ley 253 de 1996 por la cual se aprueba el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Debido a su impacto y necesidad de control, la norma establece que estas personas “deben inscribirse en el Registro de Generadores de la autoridad ambiental competente de su jurisdicción” (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005).

Los aditivos que poseen, las bases lubricantes de las que se derivan, los equipos en los que fueron utilizados y las condiciones de manejo que tuvieron, son los aspectos que forman las diferentes características de los aceites usados. Cuando se convierte el aceite lubricante en aceite usado, ha interactuado con el medio de diferente manera, siendo contaminado con sustancias como: agua, partículas metálicas causadas por el desgaste de las piezas en movimiento de los vehículos en los que fueron usados, compuestos organometálicos que contienen plomo, ácidos causados por oxidación o por el azufre que se encuentra presente en los combustibles, compuestos de azufre, compuestos halogenados, metales pesados, residuos de aditivos, fenoles y de otros compuestos de zinc, cloro y fósforo, bifeniles policlorados PCB's y Terfeniles Policlorados PCT's, hidrocarburos policíclicos aromáticos PAH, pesticidas, residuos tóxicos de otro tipo y otras sustancias que no se pueden percibir, causantes de graves efectos en la salud humana y el ambiente.

6.2.5.2 Impacto en la Salud Humana y el Ambiente

Entre los destinos más destacados de los aceites usados se encuentran el refinado, el recuperado para usos como combustible como procesos cementeros, tratamiento de maderas, malezas y curados, como agente desmoldante en

carreteras y bloques, para el temple de metales, en talleres y usos en motores, como pesticidas o terminan siendo vertidos en las alcantarillas, en la tierra o en los rellenos sanitarios, entre otras actividades no determinadas.

Al ser por ejemplo, tirado en un botadero a cielo abierto, el aceite se convertirá en lixiviado, llegando hasta las aguas subterráneas, dejándolas no aptas para el consumo humano, afectando también las demás formas de vida ya que las sustancias que posee, impiden y alteran los procesos naturales existentes con el medio ambiente como la transferencia de oxígeno o pueden ser tóxicos para organismos como las algas y peces. La quema no controlada y a temperaturas insuficientes de este residuo, es la generadora de diferentes enfermedades, siendo la causante de hasta 3000 tipos de cáncer y se da también la necrosis en las plantas, llevándolas hasta la muerte, debido a las partículas de las sustancias que quedan en el ambiente.

En la salud humana resultan como consecuencia de la interacción con la sustancia de manera incorrecta, el impedimento del metabolismo del calcio, coracné o acné severo, irritación en los ojos, cáncer rectal o del hígado, en niños problemas neurológicos o nacimiento de bebés con menor peso y un coeficiente intelectual más bajo de lo normal así como un desarrollo motriz desmejorado; síntomas como fatiga, dolor de cabeza, musculares, óseo y abdominales, trastornos del sueño, impotencia, anemia, delirio, esterilidad, anemia; ulceraciones del tabique nasal y la piel, bronquitis y dolores respiratorios, así como problemas de respiración, presión sanguínea, cambios del ritmo cardíaco, irritación estomacal, inflamación cerebral, daños al hígado, riñón y corazón, etc.

6.2.5.3 Usos Autorizados

Al aceite lubricante usado se la ha dado varios usos informales en los que se manipula y dispone sin ningún parámetro de seguridad o medida que evite hacerle daño al ambiente o a la salud humana pues se reusa sin realizarle ninguna clase de limpieza o tratamiento que reduzca los sedimentos, los compuestos de cloro, metales pesados, los solventes u otros elementos provenientes de aditivos y de usos originales.

Debido a esto, se han establecido ciertas actividades en las que puede ser aprovechado el residuo y darle un uso que ha sido previamente autorizado por la autoridad ambiental. Se esta manera, se puede transformar el residuo convirtiéndolo en un producto nuevo por medio de:

- La recuperación y aprovechamiento para la regeneración de bases lubricantes, por medio del trabajo realizado por las refinerías, en donde se dan procesos físico-químicos que permiten que estas bases sean empleadas de nuevo como materias primas, de acuerdo con los estándares de calidad

- A partir de los lineamientos establecidos en la Resolución 415 de 1998 (Ministerio del Medio Ambiente, 1998), el aprovechamiento como combustible para calderas y hornos industriales
- La recuperación y aprovechamiento en la fabricación de plastificantes, fluidos para temple de metales, inmunización de maderas y cualquier otro uso que no afecte al ambiente

6.2.5.4 Interventores en el Manejo de Aceites Usados

Los procesos básicos relacionados con el manejo de los aceites son acopiar, empacar, realizar el embalaje, almacenar, transportar, darle tratamiento y una disposición final, así, los actores involucrados en este proceso son:

Aceite: Término que se le da a diversos líquidos grasos de múltiples orígenes, los cuales son insolubles en agua y tienen menor densidad que ésta

Aceite usado: Todo aceite lubricante, de motor, de transmisión o hidráulico con base mineral o sintética de desecho que por efectos de su utilización, se haya vuelto inadecuado para el uso asignado inicialmente.

Aceite usado tratado: Todo aquel que ha sido sometido mediante medios físicos, químicos o biológicos a un proceso de limpieza de elementos tales como sedimentos, compuestos de cloro, metales pesados, solventes y otros elementos provenientes de aditivos y de usos originales como aceite lubricante en vehículos o sistemas industriales, a excepción de aquellos usados como aceites dieléctricos en transformadores, equipos de refrigeración, entre otros, hasta niveles aceptables de tal forma que pueden ser usados para su aprovechamiento energético como combustibles en actividades industriales.

Acopiador: Es la persona natural o jurídica que en desarrollo de su actividad, reúne aceites lubricantes usados para su posterior transporte, almacenamiento, aprovechamiento o disposición final.

Almacenador: Es la persona natural o jurídica que en desarrollo de su actividad almacena temporalmente aceite lubricante usado.

Disponedor final: Es la persona natural o jurídica que recibe aceites lubricantes usados sin tratamiento de un transportador para su disposición final, de acuerdo con las normas establecidas o que se establezcan.

Fabricante o importador: Es toda persona natural o jurídica que produce o importa con fines comerciales bases de aceites o aceites nuevos lubricantes de motor, transmisión, hidráulicos, reductores o de circulación.

Receptor: Persona natural o jurídica autorizada para realizar las actividades de almacenamiento, aprovechamiento y/o valorización (incluida la recuperación, el reciclado o la regeneración), el tratamiento y/o disposición final de residuos o desechos peligrosos.

Residuo: Aquel desperdicio que aún puede generar valor.

RESPEL: Residuo peligroso. Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características CRETIB: corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Transportador: Es la persona natural o jurídica que se encarga de la movilización o acarreo de los aceites lubricantes usados.

Tratador: Es la persona natural o jurídica que recibe y trata aceites lubricantes usados, con el fin de transformar estos residuos en subproductos para un adecuado aprovechamiento de los mismos a través de los procesos térmicos, refinación, producción de bases plastificantes o cualquier otro proceso.

6.2.6. Marco Conceptual

Del Artículo 3°, Capítulo I del Decreto 4741 del 2005, el cual reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral, se adoptan las siguientes definiciones:

Acopio: Acción tendiente a reunir productos desechados o descartados por el consumidor al final de su vida útil y que están sujetos a planes de gestión de devolución de productos posconsumo, en un lugar acondicionado para tal fin, de manera segura y ambientalmente adecuada, a fin de facilitar su recolección y posterior manejo integral. El lugar donde se desarrolla esta actividad se denominará centro de acopio.

Almacenamiento: Es el depósito temporal de residuos o desechos peligrosos en un espacio físico definido y por un tiempo determinado con carácter previo a su aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final.

Aprovechamiento y/o Valorización: Es el proceso de recuperar el valor remanente o el poder calorífico de los materiales que componen los residuos o desechos peligrosos, por medio de la recuperación, el reciclado o la regeneración.

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

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

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

Manejo Integral: Es la adopción de todas las medidas necesarias en las actividades de prevención, reducción y separación en la fuente, acopio, almacenamiento, transporte, aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final, importación y exportación de residuos o desechos peligrosos,

individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para proteger la salud humana y el ambiente contra los efectos nocivos temporales y/o permanentes que puedan derivarse de tales residuos o desechos.

Número UN: Es un código específico o número de serie para cada mercancía peligrosa, asignado por el sistema de la Organización de las Naciones Unidas (ONU), y que permite identificar el producto sin importar el país del cual provenga. A través de este número se puede identificar una mercancía peligrosa que tenga etiqueta en un idioma diferente del español. Esta lista se publica en el Libro Naranja de las Naciones Unidas "Recomendaciones relativas al transporte de mercancías peligrosas" elaboradas por el comité de expertos en transporte de mercancías peligrosas, del Consejo Económico y Social, versión vigente.

Riesgo: Probabilidad o posibilidad de que el manejo, la liberación al ambiente y la exposición a un material o residuo, ocasionen efectos adversos en la salud humana y/o al ambiente.

Tenencia: Es la que ejerce una persona sobre una cosa, no como dueño, sino en lugar o a nombre del dueño.

Tratamiento: Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos o desechos peligrosos, teniendo en cuenta el riesgo y grado de peligrosidad de los mismos, para incrementar sus posibilidades de aprovechamiento y/o valorización ó para minimizar los riesgos para la salud humana y el ambiente.

6.2.7 Marco Legal

Entre la legislación Colombiana que controla y vigila la gestión del aceite automotor usado se cuenta con la siguiente normatividad:

Decreto 4741 de 2005

El Decreto tiene como objeto prevenir la generación de residuos o desechos peligrosos, así como regular el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados, con el fin de proteger la salud humana y del medio ambiente. Este decreto es bajo el cual el DAGMA realiza sus labores de control tanto a los establecimientos generadores, como a las empresas transportadoras y recolectoras de RESPEL, pues determina tanto las responsabilidades como las obligaciones del generador, del fabricante o importador, del transportista y del receptor, también el manejo de empaques, envases y embalajes, y las funciones de las autoridades.

Ley 430 de 1998

Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.

Mediante esta ley se intenta minimizar la generación de residuos peligrosos o en su defecto sus características de peligrosidad, además impedir el tráfico ilícito de residuos peligrosos de otros países que Colombia no esté en capacidad de manejar, establecer políticas e implementar acciones para sustituir procesos contaminantes, por procesos limpios, promover el máximo aprovechamiento de los residuos derivados de un proceso de producción, generar la capacidad técnica para el manejo y tratamiento de RESPEL y disponer de los residuos con el mínimo impacto ambiental y a la salud humana. Esto lo hace a través de la determinación de las responsabilidades del generador y el receptor, de establecer quien ejerce la vigilancia y control de la legislación y las sanciones que acarrea no cumplirla

Ley 253 de 1996

Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación. Esta ley contiene la Lista de Residuos o Desechos Peligrosos por Procesos o Actividades y a partir de esta se ubicó el aceite usado en las categorías Y8 y Y9, desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados y mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua, respectivamente.

Decreto 321 de 1999

Plan Nacional de Contingencia, Por el cual se adopta el Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas.

Artículo 2. El objeto general del Plan Nacional de Contingencia contra derrames de Hidrocarburos, Derivados y Sustancias Nocivas en aguas marinas, fluviales y lacustres que será conocido con las siglas -PNC- es servir de instrumento rector del diseño y realización de actividades dirigidas a prevenir, mitigar y corregir los daños que éstos puedan ocasionar, y dotar al Sistema Nacional para la Prevención y Atención de Desastres de una herramienta estratégica, operativa e informática que permita coordinar la prevención, el control y el combate por parte de los sectores público y privado nacional, de los efectos nocivos provenientes de derrames de hidrocarburos, derivados y sustancias nocivas en el territorio nacional, buscando que estas emergencias se atiendan bajo criterios unificados y coordinados.

Resolución 415 de 1998

Por la cual se establecen los casos en los cuales se permite la combustión de aceites de desecho y las condiciones técnicas para realizar la misma

Artículo 6. Toda persona natural o jurídica que genere aceite usado o los maneje, estará obligado a conocer la destinación última que se le esté dando a los volúmenes generados o manejados del mismo, bien sea que los venda, los ceda, los reprocese o ejecute cualquier otra actividad con ellos, y deberá llevar un registro que deberá contener como mínimo la siguiente información:

- Proveedor del aceite usado
- Origen del aceite usado
- Volumen y proporción de aceite usado empleado en la mezcla
- Tipo de combustible que se ha mezclado con el aceite usado.

Resolución 2309 de 1986

Reglamenta el manejo de residuos peligrosos, en cuanto al permiso de transporte y plan de contingencia y el almacenamiento, transporte y disposición de los mismos.

Resolución 1362 de 2007

Especifica los pasos a seguir para el manejo del sistema de información conformado por los generadores de residuos o desechos peligrosos y en el cual anualmente cada establecimiento registra la cantidad de RESPEL generados, provenientes de su actividad económica.

Decreto ministerio de minas 1521 de 1998

Habla sobre el manejo y transporte combustibles líquidos derivados del petróleo

Artículo 54. Todo establecimiento comercial que preste servicio de cambio de aceites y filtros estará obligado a cumplir con las disposiciones proferidas por la autoridad competente en cuanto a los encases y filtros cambiados, residuo líquidos y sólidos. El no cumplimiento de esta disposición acarreará las sanciones correspondientes

Decreto 2811 de 1974

Mediante el cual se reglamenta que para la disposición o procesamiento final de las basuras se utilizarán preferiblemente los medios que permitan, evitar el deterioro del ambiente y de la salud humana, reutilizar sus componentes, producir nuevos bienes y restaurar o mejorar los suelos. Además que por razón del volumen o de la calidad de los residuos, las basuras, desechos o desperdicios, se podrá imponer a quien los produce la obligación que recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándole los medios para cada caso.

Decreto 1609 de 2002

Por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera.

Artículo 1o. Objetivo. El presente decreto tiene por objeto establecer los requisitos técnicos y de seguridad para el manejo y transporte de mercancías peligrosas por carretera en vehículos automotores en todo el territorio nacional, con el fin de minimizar los riesgos, garantizar la seguridad y proteger la vida y el medio ambiente, de acuerdo con las definiciones y clasificaciones establecidas en la Norma Técnica Colombiana NTC 1692 "Transporte de mercancías peligrosas. Clasificación, etiquetado y rotulado", segunda actualización (Anexo 14).

Resolución 318 del 14 de febrero de 2000.

Por La Cual Se Establecen Las Condiciones Técnicas Para El Manejo, Almacenamiento, Transporte, Utilización y La Disposición De Aceites Usados.

6.2.8 Justificación

El aceite automotor usado cuenta con propiedades que indican que es un residuo inflamable y con un alto nivel de peligrosidad, por ello es necesario que exista la normatividad pertinente y las herramientas y entidades necesarias capaces de ejercer un control que asegure un correcto manejo y disposición final del mismo.

La primer etapa en la que es generado este RESPEL, es donde se define que se va a hacer con él, en esta etapa se le da un manejo muy manual y tanto el operario como el establecimiento están expuestos a contaminarse con el residuo, por consiguiente se hace inevitable el hecho de contar con unas correctas prácticas que aseguren que un residuo como estos no represente un riesgo ni para el medio ambiente, ni para la salud humana

6.2.9. Elementos de Protección Personal

Es necesario que el operario del establecimiento que se dedique a los cambios de aceites y es el encargado del manejo del residuo resultante de este proceso cuente con los siguientes elementos, esto para asegurar que consecuencias como las que se observan en la hoja de seguridad del aceite usado, explicada en el punto 6.2.12.5 Hoja de Seguridad del presente documento, no ocurran. La información al respecto se extrajo del Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados y de información referente a los principales riesgos observados en el trabajo de campo, en cuanto al contacto directo al que se puede ver expuesto el trabajador con el continuo manejo del aceite usado, y aquellos recopilados directamente en la hoja de seguridad del residuo, que ponen en peligro la salud y seguridad del mismo.

6.2.9.1 Overol o ropa de trabajo

El overol es el que impide que el residuo entre en contacto con el cuerpo del operario dejando su ropa impregnada de aceite, por ello es indispensable que esta persona tenga el uniforme puesto al momento de ejecutar sus labores. Al contar con un uniforme contaminado, es necesario que se garantice una adecuada disposición del mismo, pues este también se convierte en una fuente de contaminación, por ello es preciso que se incinere bajo las condiciones de temperatura necesarias que avalen un proceso seguro y libre de contaminación ambiental.

El uniforme debe ser cambiado cada seis meses, cuando se da la dotación al trabajador y entregado por este a empresas autorizadas para su disposición final. Aun cuando sea reutilizado como material de limpieza, lo conveniente es que no se lave para evitar que el aceite usado vaya al alcantarillado y de igual forma estos retazos de tela deben ser llevados por las empresas ya mencionadas.

6.2.9.2 Botas o zapatos antideslizantes

Este elemento vela por la seguridad del operario en situaciones de derrames o goteos, pues el aceite usado es viscoso y al ser vertido en el suelo resulta muy deslizante, aspecto que podría causar accidentes laborales que se pueden evitar dotando cada seis meses a los trabajadores de este implemento.

6.2.9.3 Guantes resistentes a la acción de hidrocarburos

Este implemento impide que el operario entre en contacto directo con el aceite usado, además el cambio del aceite lo expone a altas temperaturas debido a la manera como se calienta el motor, por ello es necesario utilizar guantes que prevengan cualquier quemadura y que sean resistentes a los componentes del residuo.

6.2.9.4 Gafas de seguridad

Las gafas impiden que las salpicaduras del residuo entren en contacto con los ojos del operario, pues en la mayoría de establecimientos realizan el cambio de aceite por gravedad, y esta posición del carro en la que el operario se sitúa en la parte inferior de este, podría causar derrames o salpicaduras en su rostro afectando su salud.

Figura 18. Implementos de protección personal



Fuente. Norma OHSAS 18001-2007

6.2.10 Elementos y Condiciones Necesarias

6.2.10.1 Acopio de Aceites Usados

El área de acopio es en la que se genera el aceite usado y donde es almacenado por un tiempo no mayor a doce meses y finalmente es recogido por empresas autorizadas para su transporte, almacenamiento y reutilización, por ello se deben asegurar unas condiciones determinadas que garanticen el adecuado manejo del residuo. La información a continuación se extrajo tanto de las condiciones expuestas en el decreto 4741 de 2005 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2005), como de la resolución 0318 del 14 de febrero de 2000 (DAMA, 2000), que rige solo para Bogotá, pero contiene información valiosa a cerca de condiciones técnicas para el manejo, almacenamiento, transporte, utilización y disposición de aceites usados, que podría ser aplicada en la ciudad de Cali. Con una mezcla de material informativo como carteles, folletos y calcomanías la EPA²³ lanzó una campaña llamada “Si lo tira, se lo toma” (EPA, 2012), dirigida a la industria de reparación automotriz hispana, con el fin de que las personas que cambian su propio aceite automotriz tengan un buen manejo del residuo y de su almacenamiento, se enfoquen en la protección del medio ambiente y evalúen la posibilidad de reutilizarlo de forma correcta, la información de esta campaña también se utilizó como base para la elaboración de la guía.

6.2.10.1.1 Área de lubricación

Debe contar con las siguientes condiciones y características:

- **Disposiciones generales:** Se debe garantizar una excelente ventilación, ya sea natural o forzada, en especial si hay presencia de sustancias combustibles. No debe existir una conexión con el alcantarillado cercana a esta área, pues en caso de que se de algún derrame es importante asegurar que el aceite usado no llegue hasta ningún sistema de alcantarillado.
- **Demarcación del área:** debe estar debidamente demarcada con el nombre que identifique la actividad que se lleva a cabo en ese lugar y con letreros que prohíban fumar

²³ Agencia de Protección Ambiental

- **Sistema de drenaje:** debe ser un lugar dotado de un sistema de drenaje que permita extraer el aceite ya sea por gravedad o bombeo. El primer método exige la existencia de un cárcamo o algún dispositivo que eleve el carro de tal forma que el operario pueda ubicarse debajo de él y el segundo la existencia de una bomba en buen estado que no ocasione derrames, goteos o fugas del aceite usado.
- **Disposición de los pisos:** los pisos deben estar contruidos en un material sólido e impermeable, para que en caso de que exista algún derrame este no se filtre y contamine las aguas subterráneas y el suelo y tampoco ocasione accidentes, además debe ser antideslizante y sin grietas para facilitar la limpieza de grasas, aceites o cualquier otra sustancia que se derrame.

Figura 19. Área de lubricación



Fuente. Las autoras

- **Recipiente de recibo primario:** se deben tener disponibles recipientes de recibo primario ya sea de polietileno reforzado o metálico, evite envases de vidrio y bolsas plásticas. Estos deben garantizar un traslado y un trasvasado seguro del aceite usado proveniente del motor hasta el recipiente de almacenamiento temporal sin derrames, goteos ni fugas.

Además deben tener agarraderas o asas que permitan una manipulación segura del recipiente.

Figura 20. Recipiente de recibo primario



Fuente. Las autoras

- **Hoja de seguridad:** deben contar con la hoja de seguridad del aceite usado en un lugar visible
- **Material oleofílico:** Se debe contar con el material absorbente necesario para la limpieza de derrames y goteos de aceite usado, en este caso aserrín.

6.2.10.1.2 Centro de Acopio o Área de Almacenamiento

Es conveniente que el área de almacenamiento sea diferente al área de lubricación, esto con la finalidad de ofrecer un ambiente seguro y con las condiciones necesarias para que el vehículo autorizado para su recolección tenga un rápido y fácil acceso a los recipientes de almacenamiento temporal. A continuación se exponen algunos de los elementos y condiciones de los que debe disponer este lugar:

- **Disposiciones generales:** el sitio de almacenamiento debe ser ventilado, ya sea de manera natural o artificial. Debe ser un área destinada solo para el almacenamiento de aceite usado y de recipientes contaminados con el residuo, con el fin de disminuir el riesgo de contaminación del aceite con otros materiales diferentes y facilitar el libre desplazamiento de equipos y personas.
- **Demarcación del área:** debe estar demarcada con letreros que indiquen que está prohibido fumar y que en ese sitio se almacena aceite usado
- **Sistema de drenaje:** Se debe disponer de un sistema para drenar los recipientes impregnados de aceite usado como los filtros y de aceite nuevo que hace referencia a los recipientes plásticos. El aceite usado drenado debe trasladarse a los contenedores temporales y por ello los recipientes en los que se recoge deben poseer agarraderas y un sistema de trasvasado que evite derrames y goteos
- **Cubierta en el área de almacenamiento:** esta área debe estar bajo techo, con el fin de evitar la contaminación que resulta de agregar agua lluvia al aceite usado.
- **Acceso a zona de almacenamiento:** se debe asegurar que la zona de almacenamiento ofrezca una vía libre de obstáculos que permita al medio de transporte utilizado por el transportador llegar sin inconvenientes hasta el contenedor de almacenamiento temporal

Figura 21. Área de almacenamiento temporal



Fuente. Las autoras

- **Contenedores de almacenamiento temporal:** estos contenedores deben permitir el traslado hacia el sistema de transporte usado por los recolectores autorizados. Deben estar rotulados de tal manera que se indique qué tipo de sustancia almacenan, en este caso, Aceite Lubricante Usado, como algunas empresas recolectoras acostumbran realizar el transporte del aceite en los mismos tambores en que son almacenados, la etiqueta deberá ser en un material adhesivo y que permita desprenderse, brindando una facilidad para cambiarla de un contenedor a otro. Se debe garantizar que el aceite usado este confinado en todo momento, además los contenedores deben contar con un sistema de filtración instalado en la boca del recipiente, para garantizar que no ingresen partículas superiores a 5 milímetros.

Pueden ser de diferentes tipos dependiendo del material que puede ser polietileno reforzado o metal, que son materiales resistentes a la acción de hidrocarburos y a la corrosión. En primer lugar se tienen los tanques superficiales o tambores y en segundo lugar los tanques subterráneos, estos últimos deben contar con características específicas aparte de lo mencionado anteriormente: disponer mínimo de un (1) pozo de monitoreo, y anualmente se deberá cumplir con las pruebas de hermeticidad y

estanqueidad, además de permitir el trasvasado tanto del recipiente de recibo primario a él, como desde el, hasta el medio de transporte utilizado.

- Dique o muro de contención: su función es confinar el aceite usado que puede ser derramado en los procesos de transporte hacia y desde el contenedor de almacenamiento temporal. Este debe estar construido en un material igual al de los tanques y tener un volumen del 100% del tanque más grande y un 10% más que representa el volumen ocupado por el contenedor.

Figura 22. Área de almacenamiento temporal



- **Material Oleofílico:** Se debe contar con el material absorbente necesario para la limpieza de derrames y goteos de aceite usado. En este caso aserrín

6.2.10.2 Movilización o Transporte de Aceites Usados

6.2.10.2.1 Registro de Movilización de Aceites Usados

Al ser el aceite usado un residuo peligroso, se debe tener conocimiento sobre la Ley 253 de 1996, la cual habla sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos, emitida a partir del Convenio de Basilea y del Decreto 1609 de 2002 por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera. Así, la persona o entidad que desee realizar la movilización de este residuo debe adquirir y portar los siguientes documentos:

- Tarjeta de Registro Nacional para Transporte de Mercancías Peligrosas (Ministerio de Transporte, 2002)
- La Tarjeta de Emergencia (Ministerio de Transporte, 2002) del residuo, la cual debe ser solicitada al generador o propietario de la carga, cuya construcción se reglamenta a partir de la Norma Técnica Colombiana NTC 4532.

Además de esto, se debe tener el formato de registro ambiental (Ministerio de Ambiente, 2006), según las indicaciones de la entidad ambiental competente.

6.2.10.2.2 Unidad de transporte

A partir del Artículo 5to del Decreto 1609 de 2002, por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera. Para el transporte establecen las siguientes recomendaciones:

6.2.10.2.2.1 Recomendaciones Generales

- Los vehículos deben contar con los elementos básicos que les permita atender emergencias como lo son el extintor de incendios, elementos de protección personal, botiquín de primeros auxilios, equipo para la recolección y limpieza, material oleofílico y demás dotaciones especificadas en la Tarjeta de Emergencia de la Norma Técnica Colombiana NTC 4532
- Es preferible que el vehículo destinado a transportar el aceite usado se dedique única y exclusivamente a esta actividad, de lo contrario, debe ser lavado continuamente y de manera minuciosa, revisando los aspectos mencionados en el Anexo 14.

- Portar mínimo dos (2) extintores tipo multipropósito, uno en la cabina y los demás cerca de la carga, donde se pueda disponer de él rápidamente
- Se debe garantizar la confinación total del aceite por lo que los tanques o tambores deben ser resistentes a la acción de hidrocarburos y a la corrosión
- Los recipientes deben estar herméticamente cerrados en todo momento para evitar el derrame del aceite lubricante
- Los tambores, contenedores y tanques deben estar en perfecto estado, si daños en los bordes ni abolladuras
- Contar con un dispositivo sonoro o pito, que se active en el momento en el cual el vehículo se encuentre en movimiento de reversa.
- En ningún caso un vehículo cargado con mercancías peligrosas puede circular con más de un remolque y/o semirremolque
- Las tuberías válvulas no pueden presentar filtraciones por lo que deben mantenerse en perfecto estado en todo momento
- Es necesario contar con un sistema de comunicación como un teléfono celular, radioteléfono, radio u otro dispositivo, para dar informe y solicitar ayuda a la entidad correspondiente, en caso de que alguna emergencia sea presentada. En los casos aplicables, se debe portar la licencia expedida por la autoridad competente
- El sistema de almacenamiento, sea un tambor de 55gl, uno de mayor capacidad o un tanque, debe ir rotulado con las palabras: CONTIENE ACEITE LUBRICANTE USADO – SUSTANCIA LÍQUIDA POTENCIALMENTE PELIGROSA PARA EL MEDIO AMBIENTE N.E.P, de manera que esté a la vista en todo momento
- En una placa de fondo color naranja y letras y bordes color negro, cuyas dimensiones sean de 30cm X 12cm, el vehículo debe tener el número de las Naciones Unidas (UN 3082) correspondiente al carácter del producto transportado, en todas las caras visibles de la unidad de transporte y la parte delantera de la cabina. Estas placas deben ser removibles por seguridad y facilidad, según lo establecido en el Decreto 1609 de 2002 del Ministerio de Transporte y las normas que lo reglamenten, Norma Técnica Colombiana NTC 1692.

6.2.10.2.2.2 Recomendaciones para vehículos con tambores de 55 galones o mayor capacidad

- Vehículos con tambores de 55gl o mayor capacidad que no estén fijos al piso o estructura del mismo, se deben utilizar dispositivos para la sujeción

de los tanques, de manera que se garantice la estabilidad y seguridad de la carga mientras está siendo movilizad

- Al llenar los tambores, deben quedar libres los últimos 10cm del tanque

Figura 23. Vehículo que transporta tambores de 55 galones o de mayor capacidad, que contienen aceite usado



Fuente. ECO-CHEM S.A

6.2.10.2.2.3 Recomendaciones para carrotanques

- Se deben proteger las válvulas y los accesorios de cierre y seguridad del tanque, por lo que la longitud del chasis debe sobresalir del extremo posterior del tanque
- El tanque debe tener una placa donde se especifiquen la capacidad, el número de compartimientos, la fecha de fabricación, la norma o código de construcción y el nombre del fabricante

Figura 24. Carrotanque que transporta aceite usado



Fuente. TRANSPORTES JOALCO

6.2.10.2.3 Bomba para cargue o descargue del aceite

Para realizar el traspaso del aceite desde los recipientes donde el acopiador lo guarda hasta el tanque en el que será transportado o desde este tanque hasta el recipiente en que el que será almacenado, previo a un tratamiento, se pueden utilizar dos tipos de bombas:

- Mecánico o manual
- De operación centrífuga o de desplazamiento positivo

6.2.10.2.4 Manguera para cargue o descarga del aceite

- Requiere de un material flexible para su fabricación y que sea resistente a la acción de hidrocarburos y solventes
- Se debe movilizar de forma que evite el goteo de aceite en vías públicas
- Requiere de pruebas hidrostáticas realizadas una vez al año, a 1.5 veces la presión la presión de trabajo

6.2.10.2.5 Material Oleofílico

- Debe contar con material que controle situaciones de goteo, fugas y derrames de aceite lubricante usado, que tenga características absorbentes y adherentes. En este caso aserrín.

6.2.10.3 Tratamiento y Disposición Final

6.2.10.3.1 Condiciones para el tratamiento

- A la vez que se deben se buscan tecnologías y métodos que permitan obtener un aceite lubricante usado tratado que cumpla con las concentraciones máximas permisibles, se busca que minimicen el impacto ambiental
- Las tecnologías aplicadas requerirán en algunos casos, Certificación de Producto por parte de una entidad acreditada por la Superintendencia de Industria y Comercio
- Los lodos que se generen en el procesamiento del aceite usado deben ser manejados como residuo peligroso, tratados o dispuesto según la tecnología establecida para ello, cumpliendo con la normatividad respectiva. Ver Anexo 15
- Es conveniente tomar y analizar en los laboratorios acreditados de distintas muestras de los aceites lubricantes usados tratados. La toma de muestras, la preparación y el análisis del laboratorio, el reporte y el registro de cifras significativas, son regidas por las normas y métodos ASTM (Ministerio de Ambiente, 2001) con el fin de establecer el cumplimiento de los estándares.

6.2.10.3.2 Área de Almacenamiento

Ésta debe tener las características ya mencionadas en el punto 10. Almacenamiento de Aceites Usados, en la misma guía. Ésta zona tiene como objetivo recibir y guardar todos los aceites que han sido movilizados en los distintos vehículos, desde los establecimientos de los acopiadores, hasta que sea el momento de ser procesados y de darles disposición final.

6.2.10.3.3 Sistema de Tuberías o Válvulas

- Para el bombeo de aceites lubricantes usados se requiere que los sistemas de tuberías y válvulas por donde fluye el residuo, sean fabricados con acero

6.2.10.3.4 Tanques Superficiales

- Deben ser fabricados en lámina metálica. Su capacidad debe estar ajustada a lo que establece el EIA²⁴. Éste es un instrumento de planificación ambiental que define las medidas de preservación, mitigación, control, corrección y compensación de los impactos y efectos ambientales de un proyecto, obra o actividad (Estudio de Impacto Ambiental EIA)

²⁴ Estudio de Impacto Ambiental

- En todo momento debe garantizar la total confinación del aceite usado que está almacenando
- Garantizar que no se presenten derrames, goteos ni fugas al realizar el traslado del aceite por métodos de bombeo desde y hacia las unidades de transporte autorizadas
- Debe estar marcado con el rotulo ACEITE LUBRICANTE USADO. Éstas palabras deben estar a la vista en todo momento y deben tener un tamaño legible
- Los tanques verticales el fondo debe ser inspeccionado cada tras (3) años
- Se debe rotular el tanque con la última fecha de inspección
- Debe mantenerse libre de corrosión
- Debe contar con u sistema de venteo tipo cuello de ganso

6.2.10.3.5 Dique o Muro de Contención

- Debe controlar y confinar cualquier derrame, goteo o fuga que se pueda presentar a causa de cualquier incidente relacionado con el tanque que contiene
- Su capacidad mínima debe abarcar el 100% del volumen del tanque más grande, además del 10% del volumen de los tanques adicionales
- Las paredes y el piso del tanque deben ser de un material impermeable
- Deben permitir descargar el agua lluvia que no ha sido contaminada con el aceite usado y evitar que tanto el agua que ya ha sido contaminada con el residuo como él mismo, sean vertidos al alcantarillado o al suelo, por medio de un sistema de drenaje controlado por válvulas

6.2.10.3.6 Área de Acceso a Zona de Almacenamiento

Esta área debe ser apta para que el vehículo autorizado que moviliza y transporta el aceite, opere fácil y rápidamente

6.2.10.3.7 Material Oleofílico

El material oleofílico debe ser lo suficientemente absorbente como para retener y controlar fugas, goteo o derrames de aceite usado dentro de las instalaciones del tratador

6.2.11. Procedimientos

6.2.11.1 Recibo de aceite en el establecimiento

Una vez analizados todas las condiciones y elementos necesarios en el área de acopio, que es la misma área donde se genera el aceite usado, a continuación se menciona la secuencia de uso de algunos de estos:

Antes de realizar el cambio de aceite se debe asegurar que el área de la zona de lubricación se encuentra en completo orden y que todos los implementos necesarios estén a la mano, en primer lugar los de protección personal y en segundo lugar todos los relacionados con la actividad de cambio de aceite, el recipiente de recibo primario, el sistema de drenaje y el material oleofílico.

Verificar que el traslado del aceite usado se dé de manera correcta desde el recipiente primario hasta el contenedor temporal, sin causar goteos, derrames o fugas. Este proceso se puede realizar de manera manual o mecánica.

6.2.11.2 Almacenamiento temporal

El aceite usado podrá almacenarse hasta 12 meses según el parágrafo 1 del artículo 10 del Decreto 4741 de 2005. El almacenamiento tendrá que hacerse en contenedores temporales ya sea superficiales o subterráneos y en cada caso se deberá cumplir con las normas que indican la manera como deben ser demarcados, el material del que deben ser elaborados y el área en la que tendrán que estar ubicados, con requerimientos de ventilación, techo cubierto y muro de contención.

6.2.11.3 Entrega de aceite usado a empresas autorizadas

Es importante recalcar que todas las empresas generadoras de aceite usado deben entregar este residuo a empresas avaladas por las autoridades regionales y locales para la recolección de RESPEL, puntualmente aceites lubricantes usados. En este intercambio debe quedar constancia a través de un certificado o factura, de que tipos de residuos fueron entregados, en qué cantidad y a qué entidad, a través de estos reportes las autoridades ambientales controlan el volumen de aceite usado generado en la ciudad.

Debe existir un operario disponible en el centro de acopio, que vigile la operación de traslado del aceite usado de los contenedores de almacenamiento temporal hasta el medio de transporte utilizado por parte de las empresas recolectoras.

Como primera medida se debe asegurar el libre acceso del vehículo o la bomba de extracción hasta la zona de almacenamiento, después es labor del encargado que representa la empresa recolectora, verificar que la instalación realizada para el traslado del aceite usado sea la correcta, esto con el fin de poder evitar derrames y goteos o detectarlos de manera rápida.

6.2.12. Condiciones de Seguridad

6.2.12.1 Planes de contingencia

Los planes de contingencia están regidos por la ley 321 de 1999 que es el Plan Nacional de Contingencias, que en este caso aplica como una medida contra derrames de hidrocarburos derivados de sustancias nocivas. Estos planes deben estar compuestos por programas de tipo predictivo, preventivo y reactivo.

6.2.12.1.1 Medidas de Primeros Auxilios

El mayor riesgo que una persona al manipular el aceite pueda tener es el de estar en contacto directo con el residuo, ya que sus componentes lo hacen altamente contaminante para el ambiente y la salud humana. A manera de prevención, es indispensable el uso de los elementos de protección personal de manera que se mitigue el impacto del residuo en la salud.

- **Contacto con la piel:** lavar bien con agua y jabón, procurando remover cualquier tipo de residuo que quede sobre la piel. Si existe alguna herida en la piel o rasguño y existe el riesgo de penetración cutánea es mejor acudir a un médico, para que realice la limpieza necesaria y formule lo que crea conveniente para evitar irritaciones
- **Contacto con los ojos:** lavar inmediatamente con abundante agua y sin dar espera consultar a un médico especialista
- **Ingestión:** se pueden presentar vómitos y diarrea. No se debe beber ningún líquido ni se debe inducir al vómito. De manera inmediata consultar a un especialista
- **Inhalación:** en el momento cuando se esté dando una combustión de aceite lubricante usado y haya inhalación de los vapores resultantes, la persona debe ser trasladada a una zona al aire libre durante 20 o 30 minutos

6.2.12.2 Extintores

Se deben disponer extintores cercanos al área de almacenamiento y de igual forma al área de lubricación, a una distancia máxima de 10 metros.

Dependiendo de las características del área de almacenamiento se determina qué tipo de extintores tener, para áreas abiertas debe ser uno con una capacidad mínima de 20 libras de polvo químico seco y para áreas abiertas, un extintor multipropósito de 20 libras también.

Se debe garantizar que los extintores sean recargados mínimo una vez al año cada año.

6.2.12.3 Derrames, goteos o fugas

Dado el caso en el que se llegue a presentar algún derrame, se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Identificar el lugar en donde se originó el derrame y suspender inmediatamente su fuente. En esta área deben suspenderse las operaciones y controlar posibles fuentes de ignición
- Durante ese momento, deberán ser evacuados los vehículos y demás elementos que se encuentren en ese lugar
- Confinar el derrame con material oleofílico de manera que el derrame no se siga expandiendo, evitando que llegue hasta el alcantarillado, el suelo o entren en contacto con otras sustancias. Limpiar el derrame con el material, dejarlo secar y recogerlo con vasijas o baldes
- Los materiales contaminados con aceite lubricante usado deben ser almacenados independientemente, evitando que tengan contacto con otros materiales que se encuentran libres de esta sustancia, alejados de fuentes de ignición y protegidos del agua

Existen diversos materiales utilizados para limpiar los derrames y fugas del aceite usado pero el adecuado es el aserrín. Para los goteos es conveniente utilizar wiper puesto que para tan pocas cantidades, es complicado usar el anterior material.

En algunas ocasiones, los overoles son cortados en trozos pequeños y son empleados de la misma manera que un wiper; esta costumbre no es errónea siempre y cuando tenga la adecuada disposición.

Ningún material empleado para limpiar derrames, goteos o fugas de aceite lubricante usado puede ser dispuesto en la basura. Siempre debe ser entregado a entidades autorizadas por la autoridad ambiental competente, quienes también recogen el aceite usado, pues solo estas personas pueden darle el adecuado manejo y disposición final.

6.2.12.4 Incendios

Todos los actores deben contar con un sistema contra incendios, que siga los lineamientos del Estudio de Impacto Ambiental.

Ara prevenir incendios por causas eléctricas el sistema de interruptores automáticos, fusibles y cuchillas deben estar marcados de manera que se indique

para qué sirve cada uno, los tomacorrientes de pared y los cables de extensión deben tener un sistema de conexión a tierra, los enchufes y cables eléctricos deben tener un mantenimiento periódico y no pueden ser manipulados con las manos húmedas.

Si se llegase a presentar un incendio se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Se debe dar aviso a todo el personal que existe una emergencia. El que esté en el lugar de origen debe ser retirado, al igual que los clientes y demás operarios, llevándolos a un lugar cercano donde no corran riesgo
- Se deben accionar todos los sistemas de alarmas
- Todo el personal debe estar capacitado para combatir el fuego, utilizando extintores
- En caso de que no se pueda controlar el fuego se debe dar aviso a las autoridades correspondientes como los Bomberos, Dirección de Atención y Prevención de Emergencias, Defensa Civil, etc.
- Con respecto a los aceites usados, la persona encargada debe realizar un informe donde se especifique la fecha, hora, tipo y causas del incidente, las acciones de atención que se adoptaron, las personas que participaron en esta atención y recomendaciones para evitar que el mismo evento ocurra de nuevo. El documento debe guardarse entre los archivos de la empresa y servirá para dar informe a las autoridades competentes

6.2.12.5 Hoja de seguridad

La hoja de seguridad del aceite lubricante usado, es la mostrada a continuación:

HOJA DE SEGURIDAD	
Nombre del residuo	Aceite Lubricante Usado
Tipo del residuo	Peligroso
Composición química	Mezcla de hidrocarburos, aditivos químicos, residuos metálicos, entre otros

CARACTERÍSTICAS TÍPICAS DE LOS ACEITES LUBRICANTES USADOS (Lupien Rosenberg et Asociés- LRAC, 2001)		
Características	Automotor	Industrial
Viscosidad a 40° C, SSU	97-120	143-330
Gravedad a 15,6°C, °API	19-22	25,7-26,2
Peso específico a 15,6°C	0,9396-0,8692	0,9002-0,8972
Agua % Vol	0,2-33,8	0,1-4,6
Sedimentos % Vol	0,1-4,2	0,0
Insolubles en Benceno, % en peso	0,56-33,3	0
Solubles en gasolina, % Vol	2,0-9,7	0
Punto de ignición %Vol	78-220	157-179
Potencia Calorífica, ;J/kg	31,560-44,840	40,120-41,840

CONTAMINANTES GENERALMENTE PRESENTES EN ACEITES LUBRICANTES USADOS		
Bario	Aditivos detergentes	Menor a 100
Calcio	Aditivos detergentes	1000-3000
Plomo	Gasolina plomada - desgaste de piezas	100-1000
Magnesio	Aditivos detergentes	100-500
Zinc	Aditivos antidesgaste y antioxidantes	500-1000
Fósforo	Aditivos antidesgaste y antioxidantes	500-1000
Hierro	Desgaste del motor	100-500
Cromo	Desgaste del motor	Trazas
Níquel	Desgaste del motor	Trazas
Aluminio	Desgaste de rodamientos	Trazas
Cobre	Desgaste de rodamientos	Trazas
Estaño	Desgaste de rodamientos	Trazas
Cloro	Aditivos - gasolinas plomadas	300
Silicio	Aditivos	50-100
Azufre	Base lubricante - productos de	0,2-1%

	combustión	
Agua	Combustión	05-oct
Hidrocarburos livianos	Dilución del combustible	05-oct
PAH	Combustión incompleta	Menor a 1000

Riesgos	Inhalación	No existe un riesgo importante, sin embargo se recomienda no exponerse por periodos prolongados a la inhalación debido a que puede causar irritación de las vías respiratorias
	Contacto con los ojos	Se puede causar irritación y molestias, cuyos efectos leves transitorios pueden ser lacrimación, enrojecimiento, inflamación, dolor
	Contacto con la piel	El contacto con la piel puede causar irritaciones caracterizadas por resequedad, también dermatitis y desarrollar alergias en personas con piel sensible. Además el material particulado puede incrustarse en la piel y causar erupciones cutáneas
	Ingestión	Puede causar irritación gastrointestinal, por sus características toxicas al contener hidrocarburos
	Riesgos sobre el ambiente	Residuo nocivo. No es biodegradable. Riesgo de contaminación de suelos y aguas tanto superficiales como subterráneas
	Riesgos especiales del producto	Material combustible
Elementos de protección	Overol o ropa de trabajo	
	Botas o zapatos antideslizantes	
	Guantes resistentes a la acción de hidrocarburos	
	Gafas de seguridad	

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 CONCLUSIONES

Una de las principales falencias identificadas gracias al desarrollo del proyecto es la falta de apropiación de la normatividad existente que se enfoca en el adecuado manejo y disposición de los residuos peligrosos, que para efectos del proyecto hace referencia al aceite automotor usado. El reconocimiento de la normatividad debe ser un trabajo conjunto entre las empresas generadoras de los residuos y el ente encargado de ejercer el control y garantizar su cumplimiento, pero gracias al trabajo de campo realizado, se encontró que ambas partes presentan falencias en la ejecución de sus labores, pues no se cuenta con los recursos necesarios para llevarlas a cabo.

Por parte del Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente que es la entidad de control municipal, se evidencia un nivel medio de ejecución de sus funciones como ente controlador, aspecto por el cual no todos los establecimientos se ven en la obligación de cumplir con la normatividad existente. También se encuentran las empresas generadoras, que en algunos casos no reconocen la importancia del cumplimiento de las normas y leyes ambientales y de los impactos que trae consigo el no acatarlas, no es solo una cuestión legal, también es un asunto ambiental que carece de relevancia en muchos casos.

Esta entidad tiene un vínculo con la Cámara de Comercio de Cali en donde por medio de una base de datos puede conocer cuales establecimientos se encuentran registrados y de alguna manera ejercer control sobre ellos. Éstos deben inscribirse en un sistema de generadores de residuos y desechos peligrosos llamado SIUR²⁵ para ser controlados, donde declaran anualmente las cantidades de residuos que generaron. Así mismo, las empresas transportadoras y tratadoras del aceite deben informar las cantidades que han recogido pero contrastar las dos fuentes de información y verificar quien cumple las normas es muy difícil debido a que las movilizadoras de aceite proporcionan solamente facturas, implicando realizar un contraste manual de cientos de pequeños pedazos de papel contra la búsqueda entre miles de empresas en el sistema.

Por otro lado, las visitas a los establecimientos solo se realizan cuando por medio del sistema se ha detecto alguna irregularidad o algún dato fuera de los normal. Sin embargo, el DAGMA no planea visitas por ningún otro motivo, ni para controlar ni para para conocer como es el manejo de los residuos, ni ningún otro caso. Tampoco hay preocupación por identificar mediante un trabajo investigativo,

²⁵ Subsistema de Información Sobre Uso de Recursos Naturales Renovables

aquellos establecimientos que no han sido registrados en la cámara y mucho menos en sus sistema de información. La información totalizada es publicada en unos documentos emitidos por el la autoridad ambiental, con base en el SIUR, pero estas publicaciones se encuentran desactualizadas. El último documento ofrece datos del año 2010, lo que también evidencia falencias en las funciones de la entidad.

De igual forma, existe normatividad donde se expresa que los establecimientos deben cumplir con un plan de gestión integral de residuos y otros documentos en los que se explica cuáles son los lineamientos a seguir para el desarrollo del plan, mas la norma no habla sobre la presentación obligatoria del plan ante la autoridad ambiental. Aunque se supone debe estar disponible cuando la entidad realice actividades propias de control y seguimiento, la cuestión se encuentra en que ésta no realiza visitas presenciales a los establecimientos con el fin de verificar el cumplimiento de un adecuado PGIR, por lo que los establecimientos al ver que no hay una completa obligación de presentarlo, actualizarlo ni mejorarlo, no lo realizan de la manera adecuada y se limitan a realizar la separación de residuos sólidos en canecas de colores.

Se observó que el estrato socioeconómico del que gozan los establecimientos por estar ubicados en diferentes sectores de la ciudad, es un factor influyente a la hora de evaluar el nivel de cumplimiento de la normatividad relacionada con el manejo y disposición de los residuos, pues en los estratos altos el comportamiento en cuanto a las categorías evaluadas en la encuesta era en su mayoría positivo, pero en los estratos bajos y zonas con un nivel de peligrosidad un poco más alto se denoto un nivel mayor de incumplimiento a la normatividad existente. Esto se debe también a la segmentación del conocimiento, donde se puede evidenciar que en los estratos más bajos las personas no tienen la misma preparación para desarrollar diferentes labores pues existe también menor posibilidad de educación.

Lo anterior también se refleja en el hecho de que en los estratos más bajos existe una mayor tendencia a vender el aceite sin importar quien fuera el comprador, si era una empresa autorizada o el motivo por el cual compraba aceite usado, lo que implica una falta de consciencia en las personas, generando muy posiblemente desde contaminación por vertimientos de aceite en agua o suelos o un inadecuado tratamiento del aceite antes de ser quemado, hasta pertenecer a algún mercado negro donde debido a los componentes químicos que poseen los lubricantes como lo es la acetona, sirve como base en la producción de drogas ilícitas (Secretaría General de la Comunidad Andina, 2013).

A continuación se muestra una lista de chequeo que junto con el análisis DOFA presentado anteriormente (punto 6.1.4 Conclusiones) permiten dar término a la conclusión de la situación en la que se encuentra la ciudad con respecto al manejo y la disposición del aceite. Cabe resaltar que esta lista se centra en los

establecimientos que generan el residuo y no incluyen cuestiones de documentación como las autorizaciones requeridas para movilizar el aceite usado; no se entrará a analizar cada punto pues ya se hizo en las conclusiones del diagnóstico. Sus resultados son dados con base a las respuestas obtenidas por parte de las empresas visitadas durante el trabajo de campo, donde las marcas positivas corresponden a un porcentaje mayor al 55% para la respectiva pregunta.

LISTA DE CHEQUEO PARA EL MANEJO DE ACEITES LUBRICANTES USADOS						
No.		Objeto de Revisión			✓	X
1.			Elementos de Protección Personal			
	1		Overol o uniforme de trabajo		x	
	2		Botas o zapatos antideslizantes		x	
	3		Guantes resistentes a la acción de hidrocarburos		x	
	4		Gafas de seguridad			x
	5		Una vez terminada la vida útil de estos elementos son entregados a entidades autorizadas para movilizar y dar tratamiento a los elementos contaminados con aceite usado			x
2.			Área de Lubricación			
	1		Se encuentra claramente identificada, demarcada con un rótulo en letra y tamaño legible, visible en todo momento, con las palabras "Zona de Lubricación"			x
	2		De fácil acceso para el vehículo a quien se le realizará el cambio de aceite		x	
	3		Piso sólido, impermeable y sin grietas		x	

4		No presenta conexión con el alcantarillado	x	
5		Área ventilada, de manera natural o forzada	x	
6		Cuenta con todos los elementos necesarios para realizar el cambio de aceite	x	
	1	Cuenta con un sistema de drenaje para extraer el aceite por 1. gravedad o 2. bombeo	x	
	1	Cuenta con cárcamo o algún sistema que permita elevar el vehículo	x	
	2	Cuenta con bomba en buen estado, que no ocasiona derrames, goteos ni fugas		x
	2	Embudo y/o sistema garantiza el traslado del aceite por medio de manguera por gravedad o bombeo, hasta el recipiente de recibo primario	x	
	3	Cuenta con recipiente de recibo primario	x	
	1	Recipiente de recibo primario permite el traslado del aceite desde la zona de acopio hasta la zona de almacenamiento temporal	x	
	2	Recipiente de recibo primario elaborado e materiales resistentes a la acción de hidrocarburos	x	
	3	Recipiente de recibo primario cuenta con mecanismo que asegure el traspaso del aceite al recipiente temporal, sin derrames, goteos o fugas		x
3.		Área de Almacenamiento		
	1	Área destinada única y exclusivamente para almacenar aceite usado y recipientes contaminados con el residuo		x
	2	Elaborada en materiales resistentes a la acción de hidrocarburos	x	
	3	Piso sólido, impermeable y sin grietas	x	

4		Permite la operación de los vehículos para la recolección y transporte del aceite	x	
5		Área ventilada, de manera natural o forzada	x	
6		Cuenta con un dique o muro de contención		x
1		Confinar como mínimo el 100% del volumen del tanque más grandes, más el 10% del volumen de los tanques adicionales		x
2		Confinar posibles derrames, goteos o fugas que se puedan producir al recibir o entregar aceites usados, hacia o desde tanques y/o tambores, o por incidentes ocasionales		x
3		Evita el vertimiento de aceites usados o aguas contaminadas con aceites a los sistemas de alcantarillado o al suelo		x
4		Elaborado en materiales resistentes a la acción de hidrocarburos		x
7		Cuenta con mínimo un recipiente de almacenamiento temporal	x	
1		Tanques Superficiales o Tambores como Recipientes de Almacenamiento Temporal		
1		Garantiza la confinación total del aceite lubricante usado que se está almacenando	x	
2		Elaborado en materiales resistentes a la acción de hidrocarburos como polietileno reforzado o metal	x	
3		Permite el traslado por bombeo del aceite, desde el recipiente al sistema de transporte a ser utilizado, sin derrames, goteos o fugas	x	
4		Cuenta con un sistema de filtración que evite el ingreso de partículas con dimensiones mayores a 5 milímetros		x
5		Se encuentra rotulado, en letra y tamaño legible, visible en todo momento, con las palabras "Aceite Lubricante Usado"		x

		2	Tanques Subterráneos como Recipientes de Almacenamiento Temporal		
		1	Garantiza la confinación total del aceite lubricante usado que se está almacenando	x	
		2	Elaborado en materiales resistentes a la acción de hidrocarburos	x	
		3	Permite el traslado por bombeo del aceite, desde el recipiente al sistema de transporte a ser utilizado, sin derrames, goteos o fugas	x	
		4	Cuenta con un sistema de filtración que evite el ingreso de partículas con dimensiones mayores a 5 milímetros		x
		5	Tiene con pozos de monitoreo		x
		6	Cuenta con sistemas de doble contención enchaquetadura	x	
		7	La prueba de estanqueidad y hermeticidad, realizada anualmente, resulto favorable para el uso del tanque	x	
	8		Cuenta con una cubierta que evite el ingreso de agua lluvia al sistema de almacenamiento del aceite	x	
	9		Permite realizar libremente las operaciones de cargue o llenado y descargue del sistema de almacenamiento	x	
	10		Cuenta con señalizaciones visibles, en letra clara y legible, que digan "Área de Almacenamiento de Aceites Lubricantes Usados"		x
	11		Cuenta con señalizaciones visibles, en letra clara y legible, que digan "Prohibido Fumar En Esta Área"		x
	12		El aceite usado es entregado a entidades autorizadas para movilizar y tratar adecuadamente el residuo	x	
4			Elementos de Seguridad		

1		Cuenta con material oleofílico para el control de goteos, fugas y derrames de aceite, con características absorbentes o adherentes (aserrín, wipes, kits de derrames)	x
	1	El material oleofílico es entregado a entidades autorizadas para dar un tratamiento y disposición final	x
2		Cuentan con extintores	x
	1	De al menos 20 libras de polvo químico seco para zonas de almacenamiento localizadas en zonas abiertas o multipropósito de 20 libras para zonas de almacenamiento poco ventiladas	x
	2	Ha sido recargado al menos una vez en el año y su etiqueta es legible	x
	3	Se encuentra ubicado a una distancia máxima de 10 metros de la zona de almacenamiento temporal	x
3		Cuenta con la hoja de seguridad del aceite usado como residuo peligroso	x
4		Se cuenta con un plan de contingencia actualizado para atender cualquier emergencia o eventualidad que se presente y el personal se encuentra preparado para su implementación	x
5		Se cuenta con un plan de gestión integral de residuos o desechos peligrosos, según los lineamientos establecidos por la ley	x

Tras haber calificado cada punto de la lista, de forma general se concluye que la ciudad de Cali tiene dos aspectos en los cuales mejorar: área de almacenamiento y los elementos de seguridad. El primero obtuvo un puntaje de 8 contra 8 para las condiciones que cumple y las que no, respectivamente, y el segundo obtuvo 4 contra 5 puntos, incumpliendo con la mayoría de los requisitos. Lo anterior es una situación preocupante pues de cuatro temas que se evaluaron, protección personal, área de lubricación, área de almacenamiento y elementos de seguridad, la mitad se encuentra con puntajes no favorables, lo que implica que la ciudad sea calificada negativamente y permite afirmar que no tiene un buen manejo del aceite automotor usado ni tiene consciencia sobre los riesgos que esto conlleva y mucho menos de cómo prevenirlos o solucionarlos.

7.2 RECOMENDACIONES

Conociendo la normatividad existente acerca de los residuos peligrosos, su impacto en el medio ambiente y la manera como deberían ser manipulados, además de lograr mayor profundidad en cuanto a los aceites automotores usados respecta, se identifica que existe una falta de conocimiento y consciencia en la comunidad caleña sobre toda la reglamentación que regiría el manejo y la disposición de estos residuos. Por ende, se hace necesaria una divulgación efectiva, especialmente al sector de la población que tiene contacto con los residuos peligrosos, sobre esta normatividad y que exista algún acompañamiento y/o guía, es decir, una persona encargada especialmente de indicar cuáles son los medios o recursos por los que se puede acceder a esta norma, dónde hallarla, cuáles son las secciones que aplican para determinado establecimiento, explicarla si fuese necesario y realizar capacitaciones al respecto. Se requiere formar a las personas que a diario manipulan los aceites para que reconozcan la importancia del cumplimiento de la normatividad ambiental.

Los establecimientos, aunque no con mucha claridad, conocen las exigencias de las autoridades ambientales de contar con PGIRS ²⁶, mas no le dan mucha importancia pues tiene muchos requerimientos y en realidad, las probabilidades de que sean solicitados por las autoridades ambientales para su evaluación, son muy pocas. Resulta entonces la necesidad de que los planes de gestión integral de residuos sean evaluados constante o periódicamente por las autoridades, pues se requiere llevar un control sobre su funcionamiento, ser actualizados y mejorados de acuerdo a los lineamientos legales que vayan surgiendo, con el fin de lograr un efectivo impacto ambiental positivo por parte de estos establecimientos.

Para que lo anterior sea posible, se requiere también involucrar a la entidad ambiental, un considerable número de personas extra, capacitadas en temas ambientales y manejo de residuos, de manera que puedan controlar efectivamente todos los procesos que tienen que ver con el control de los establecimientos generadores de residuos peligrosos. Esto, claramente es algo de gran dificultad ya que depende de la cantidad de recursos de la entidad para desarrollar visitas constantes a los establecimientos y todo lo que un adecuado control implicaría, además del salario de estas personas; sin embargo, se considera que es de gran importancia puesto que no es suficiente con exigir a los establecimientos el cumplimiento de diversos aspectos, si no va a haber un control general de ellos. Estas personas también serían las encargadas de realizar la búsqueda de establecimientos informales, no para que estos sean cerrados sino para indicarles los lineamientos que deberían seguir y tomar partida sobre su control.

²⁶ Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos

Otra alternativa que facilitaría en gran medida el trabajo y permitiría mejorarlo, sería sistematizar la forma en que las empresas recolectoras dan informe a la entidad ambiental. Actualmente las dos empresas existentes entregan un paquete de facturas con todas las recolecciones de aceite que han realizado durante el año, impidiendo un contraste efectivo entre lo generado por diversos establecimientos que manejan los residuos peligrosos y las empresas que deberían recoger esta misma cantidad.

Existe una gran cantidad de establecimientos inscritos en el Registro de Generadores de Residuos Peligrosos, perteneciente a la autoridad ambiental. Con este programa se busca contabilizar las cantidades de residuos que se generan al año y a partir de estos datos, la autoridad realiza un documento escrito donde se muestra al público las cifras obtenidas. Es recomendable que estos documentos se encuentren actualizados ofreciendo al público información veraz y concreta sobre la verdadera situación de la ciudad, y no solo información de años atrás.

Es necesario que los distintos establecimientos, tanto los trabajadores de más bajo nivel, como las cabezas de los mismos, reciban capacitaciones sobre el manejo y la disposición de los residuos peligrosos, debido a que por ignorancia se pueden cometer errores que podrían implicar grandes consecuencias para el medio ambiente y la salud, y de esta manera se podría realizar una mejor prevención de los impactos a generados por estas sustancias. Estas capacitaciones deberían ser dirigidas por la misma autoridad ambiental, de manera que se garantice un empalme completo sobre los temas que conciernen al tipo de establecimiento, los procedimientos que lleva a cabo y las sustancias que maneja.

A pesar de que el aceite usado recibe diversos usos en el país, contando la recuperación y el aprovechamiento como combustible para calderas y hornos industriales, y en la fabricación de plastificantes, fluidos para temple de metales e inmunización de maderas, existe una gran oportunidad de aprovechamiento que si bien es la que requiere de mayor inversión, sería también la más rentable económicamente y la más eficiente ambientalmente. Realizar la recuperación y el aprovechamiento del aceite usado para la regeneración de bases lubricantes, por medio de procesos de refinación, permite que se lleve a cabo por completo, un proceso de logística reversa en el que los desechos que sean generados por la cadena de suministro, pueden ser devueltos al comienzo de la misma. Este debería ser un proyecto que se lleve a cabo cuanto antes sea posible, partiendo de que existen varias investigaciones realizadas en el país, sobre la viabilidad del mismo.

Este proyecto abre paso a otras investigaciones como podrían ser el estudio de metodologías para la limpieza de los overoles de manera que se pueda alargar un poco su vida útil y el agua con la que se lavan no deba ser contaminada con el

residuo. Además, se podría averiguar sobre los materiales oleofílicos, qué pasa con ellos cuando entran en contacto con aceite automotor usado, de manera que se puedan descubrir nuevos materiales y explicar el porqué de su uso o no uso para limpiar los goteos, derrames y fugas que se produzcan. De igual forma, sería bastante interesante poder conocer el sector que moviliza y le da tratamiento al residuo, saber cómo son sus procesos y qué sucede más a fondo en la ciudad con respecto a la parte final de la cadena. Una cuestión de gran interés e importancia es determinar la forma en la que los productores de drogas ilícitas consiguen el aceite usado para darle tratamiento y así obtener las sustancias químicas que necesitan. Sin embargo, realizar este trabajo sería bastante peligroso pues se habla de aspectos ilegales que al llevarlos a la luz, seguramente habría represalias en contra de los investigadores.

9. BIBLIOGRAFÍA

- ACP. (2013). *Fondo de Aceites Usados*. Recuperado el 06 de Mayo de 2013, de http://www.acp.com.co/assets/documents/desarrollo%20operaciones/ambiental/fondo%20de%20aceites%20usados/balace_fau2012_final.pdf
- Alcaldía Mayor de Bogotá . (s.f.). *Manual de Normas y Procedimientos para la Gestión de Aceites Usados*. Recuperado el Febrero de 2013, de Ministerio de Ambiente: http://ambientebogota.gov.co/c/document_library/get_file?uuid=91cbcbbb-209f-4c10-8e2e-5479f9ea1a08&groupId=10157
- Anaya, A., & Acosta, M. (Junio de 2010). El Ingeniero Industrial Impactando el Medio Ambiente. *Revista Educación en Ingeniería*, 179-187.
- ANDI. (Junio de 2013). *Estadísticas Mensuales - Ventas de Vehículos en Colombia* . Recuperado el Julio de 2013, de http://www.andi.com.co/pages/proyectos_paginas/proyectos_detail.aspx?pro_id=431&ld=76&clase=9&Tipo=2
- Azevedo, P. U. (2002). *REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LAS EXPERIENCIAS DE ARGENTINA, BRASIL, COLOMBIA*.
- Ballén, X. R. (Julio 2012). *Guía Análisis DOFA*. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá, Bogotá.
- BORSI. (2002). *Tecnologías existentes desarrolladas en Colombia para el manejo de los residuos: pilas, lubricantes, baterías y envases de plaguicidas*. Recuperado el 22 de Marzo de 2013 , de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsare/e/congreso/colombia.pdf>
- CAL. (s.f.). *Camara Argentina de Lubricantes*. Recuperado el Marzo de 2013, de Clasificación de los Lubricantes: <http://www.cal.org.ar/clasificacion.pdf>
- Carvajal, F. (Noviembre de 2008). *Problemática Ambiental por Manejo de Residuos de Aceite Vehicular*. Obtenido de <http://aupec.univalle.edu.co/informes/2008/noviembre/filtrosaceite.html>
- CEPIS. (2010). *Guía para la Definición y Clasificación de Residuos Peligrosos*. Recuperado el Septiembre de 2013, de <http://www.icesi.edu.co/blogs/manejousorsi201002/files/2010/08/GUIA-PARA-LA-DEFINICION-Y-CLASIFICACION-DE-RESIDUOS-PELIGROSOS-CEPIS.pdf>

- Cervo, A., & Bervian, P. (1998). *Metodología Científica*. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill.
- Cortéz Ramírez, J. (2011). *Plan Piloto de Manejo y Residuos Peligrosos (RESPEL) para las Estaciones de Servicio (EDS) de los Departamentos del Valle del Cauca y Cauca*.
- CRQ. (s.f.). *Listado empresas prestadoras de servicio para el manejo de residuos peligrosos RESPEL*. Obtenido de [http://www.crq.gov.co/Documentos/RESIDUOS_PELIGROSOS/BaseDatos/PrestadoresServicioRESPEL\[1\].pdf](http://www.crq.gov.co/Documentos/RESIDUOS_PELIGROSOS/BaseDatos/PrestadoresServicioRESPEL[1].pdf)
- CVC. (26 de Marzo de 2012). *Plan de Gestión Ambiental Regional 2002-2012*. Recuperado el 17 de Marzo de 2013, de http://www.cvc.gov.co/portal/att.php?f=images/CVC/Gestion_Corporativa/Planes_y_Programas/Planes_de_Gestion_Ambiental_Regional/Plan%20de%20Gestion%20Ambiental%20Regional%202002%202012.pdf
- DAMA. (14 de Febrero de 2000). *Resolución 0318 del 2000*. Recuperado el Julio de 2013, de Régimen Legal de Bogotá D.C: <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=9847>
- Departamento Ingeniería Industrial. (2013). *Manual de Procedimientos de Proyectos de Grado*. Universidad Icesi.
- DIAN. (21 de Noviembre de 2012). *Resolucion 000139*. Recuperado el Junio de 2013, de http://www.dian.gov.co/descargas/normatividad/2012/Resoluciones/Resolucion_000139_21_Noviembre_2012_Actividades_Economicas.pdf
- Dirección de Impuestos y Aduanas nacionales DIAN. (s.f.). *Dirección de Impuestos y Aduanas nacionales DIAN*. Obtenido de Micrositios Código CIU: <http://www.dian.gov.co/contenidos/otros/micrositioCIU.html>
- EDUTEKA. (28 de Agosto de 2007). *Diagramas Causa - Efecto. Diagramas Causa - Efecto*. Cali, Colombia.
- Environmental Protection Agency EPA. (2010). *Wastes - Resource Conservation - Common Wastes and Materials*. Recuperado el Junio de 2013, de <http://www.epa.gov/osw/conservation/materials/usedoil/oil.htm>
- EPA. (30 de Noviembre de 2012). *Environmental Protection Agency*. Recuperado el Septiembre de 2013, de Wastes - Resource Conservation - Common Wastes & Materials: <http://www.epa.gov/osw/conservation/materials/usedoil/sp-index.htm>

- Estudio de Impacto Ambiental EIA. (s.f.). *Permisos y Licenciamiento Ambiental*. Recuperado el Octubre de 2013, de http://www.upme.gov.co/guia_ambiental/carbon/gestion/politica/licencia/licencia.htm#2.5 Estudio de Impacto Ambiental - EIA
- Fendipetroleo, S. (s.f.). *Guía Ambiental para Estaciones de Servicios de Combustible Líquido*. Recuperado el 06 de Mayo de 2013, de http://www.fendipetroleo.com/newweb/images/stories/pdf/sostenibilidad/guias/guia_ambiental_liquidos.pdf
- Gómez Giraldo, M. Á. (2005). *Logística en Reversa: Manejo Integral y Uso de Aceites Lubricantes Automotrices*. 70. Medellín, Colombia.
- Grupo Hidrocarburos SAS - DAMA. (s.f.). Recuperado el Noviembre de 2013, de <http://ambientebogota.gov.co/documents/10157/196611/gestionaceites.pdf>
- Lupien Rosenberg et Asociés- LRAC. (2001). *Utilización en Colombia de Aceites Usados como Energéticos en Procesos de Combustión Segunda Fase*.
- Ministerio de Ambiente. (18 de Enero de 2001). *Resolución 0068 Enero 18 de 2001*. Recuperado el Octubre de 2013, de http://www.minambiente.gov.co/Puerta/destacado/vivienda/gestion_ds_municipal/RESOLUCIONES/RL006801.doc
- Ministerio de Ambiente, V. y. (2006). *Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados*. Recuperado el 18 de Marzo de 2013, de http://www.minambiente.gov.co/documentos/4582_161209_manual_aceites_usados.pdf
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2004). *Gestión de Aceites Usados en Colombia*. Recuperado el 14 de Marzo de 2013, de http://www.si3ea.gov.co/si3ea/Documentos/Ciure/Documentos/Septima_Sesion/PRESENTACION_MAVDT.pdf
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (30 de Diciembre de 2005). *Decreto 4741 del 2005*. Recuperado el 26 de Junio de 2013, de <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=18718>
- Ministerio de Minas y Energía - UPME. (Octubre de 2001). *Transformación de los Aceites Usados para su Utilización como Energéticos en Procesos de Combustión*. Recuperado el Junio de 2013, de http://www.si3ea.gov.co/si3ea/documentos/documentacion/ure/estudios/EstudiosEficiencia_AceitesUsados.pdf

- Ministerio de Transporte. (31 de Julio de 2002). *Decreto 1609 de 2002*. Recuperado el Octubre de 2013, de http://www.minambiente.gov.co/documentos/dec_1609_310702.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente. (13 de Mayo de 1998). *Resolución 415 de Mayo 13 de 1998*. Recuperado el Julio de 2013, de http://www.minambiente.gov.co/documentos/res_0415_130598.pdf
- Molina Sánchez, N. C. (Compositor). (2013). Visita DAGMA. [I. A. Angulo, Intérprete, & N. R. Rankin Gómez, Dirección] Cali, Valle del Cauca, Colombia.
- Naciones Unidas. (1989). *Ley 253 de 1996*. Recuperado el Marzo de 2013, de Convenio de Brasilea Sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación: http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley/1996/ley_0253_1996.html
- Nervo Montero, G. (Noviembre de 2011). Reproceso y Comercialización de Aceite Lubricante Usad. *Reproceso y Comercialización de Aceite Lubricante Usado - Plan de Negocios para una nueva empresa: Sustental S.A.* Buenos Aires, Argentina.
- Núñez, M. E. (2000). *Aceite Usado Generado Por los Motores en la Ciudad de Cali. Alternativas de Uso*. Artículo Técnico .
- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería - Osinergmin. (2008). Supervisión y Fiscalización Ambiental en el Sector Hidrocarburos. *Fondo de Aceites Usados*, 17. Lima, Perú.
- Pérez Galera, J. (s.f.). *Clasificación de los aceites lubricantes. Clasificación SAE*. Murcia, España.
- Pulido, H. G., & Salazar, R. d. (s.f.). Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma. En H. G. Pulido, & R. d. Salazar, *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma 2da Edición* (pág. 482). México: McGraw Hill.
- Rodríguez, J., & Irabién, Á. (1999). *Los Residuos Peligrosos, Caracterización, Tratamiento y Gestión*. Síntesis.
- Sabino, C. (1992). *El Proceso de Investigación*. Caracas, Venezuela: Panaco.
- Secretaría de Tránsito y Transporte - Cali. (2009). *En un 6% aumentó el parque automotor en Cali*.

Secretaría Distrital de Ambiente de Bogotá. (16 de Diciembre de 2005). *Observatorio Ambiental de Bogotá*. Obtenido de Documentos Técnicos e Investigaciones:

http://oab.ambientebogota.gov.co/resultado_busquedas.php?AA_SL_Sesion=8cf97c692bfb8688eaf05115108c7ab8&x=2775

Secretaría General de la Comunidad Andina. (Enero de 2013). Manual de Sustancias Químicas para el Procesamiento de Drogas ilícitas.

Secretaría Mayor de Bogotá D.C. (s.f.). Manual de Normas y Procedimientos para la Gestión de Aceites Usados. Bogotá D.C, Colombia.

Sodicom - Fendipetróleo. (s.f.). *Algo de Historia de Fendipetróleo*. Recuperado el Marzo de 2013, de http://www.fendipetroleo.com/newweb/index.php?option=com_content&view=article&id=123&Itemid=64

Sodicom - Fendipetróleo. (s.f.). Guía Ambiental para Estaciones de Servicios de Combustible Líquido.

10. ANEXOS

Anexo 1. Estimación del aceite usado a partir del total de ventas de aceite lubricante nuevo en la ciudad de Cali.

Aceite vendido. Motores a gasolina (galones)		Aceite vendido. Motores a gasolina y diésel (galones)	
Mobil	663.460,17	Mobil	940.000,00
Esso	286.732,00	Esso	410.127,39
Texaco	479.281,96	Texaco	649.522,29
Terpel	217.665,17	Terpel	311.337,58
Shell	445.795,01	Shell	647.647,31
Otros	109.979,05	Otros	149.681,52
Total Anual	2.202.913,36	Total Anual	3.143.312,09
Porcentaje teórico de recuperación	65%	Porcentaje teórico de recuperación	65%
Cantidad recuperable anualmente	1.431.893,68	Cantidad recuperable anualmente	2.043.152,85
Cantidad recuperable mensualmente	119.324,47	Cantidad recuperable mensualmente	170.262,73

Fuente. Artículo técnico del BORSI. Aceite usado generado por motores en la ciudad de Cali. Alternativas de uso, 1991.

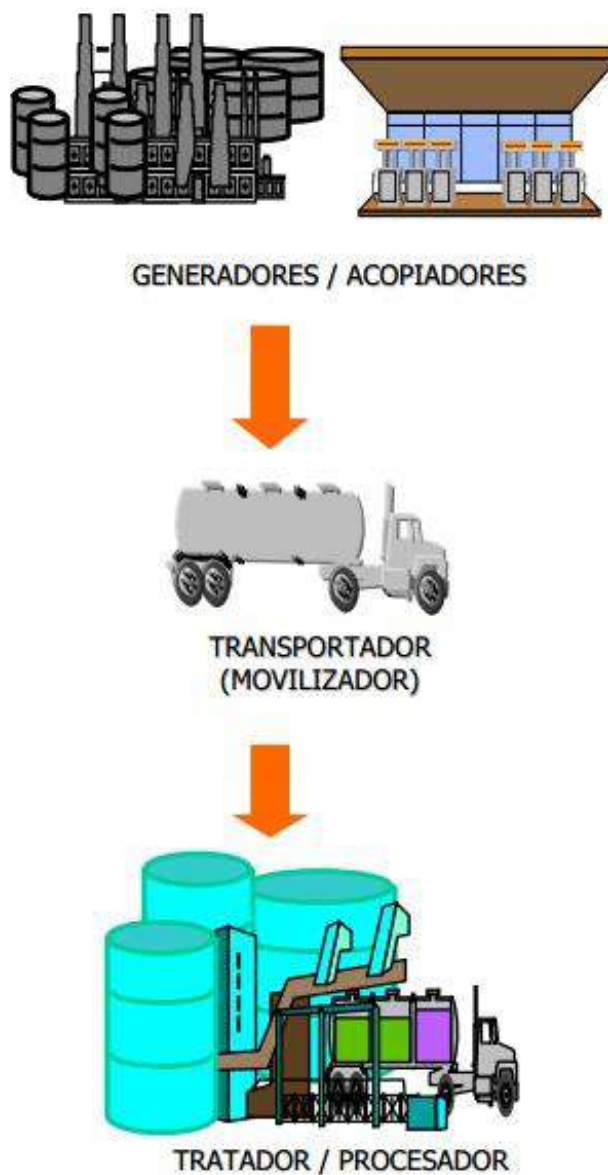
Anexo 2. Operadores de aceite usado avalados por el FAU

item	OPERADOR	ACTIVIDAD	CIUDAD	DIRECCION	CONTACTOS	ZONA CUBRIMIENTO
1	ESAPETROL S.A.	Procesador/ Movilizador	BOGOTA	Call 59A Bis Sur # 81D-45, Bosa	(1) 7751200- 7750882- gabriel.forero@esapetrolsa.com	Bogotá, C/marca, Tolima y Boyacá
2	PROPTELMA LTDA.	Procesador/ Movilizador	BOGOTA	Calle 14 # 33-45 - www.proptelma.com	(1) 244 5782; 314-358 1604 - contabilidad@proptelma.com	Bogotá, C/marca, Tolima, Meta y Boyacá
3	ECOLCIN	Procesador/ Movilizador	BOGOTA	Cra. 43 # 11A-27	(1) 368 9066- 2447698, Email: ecolcin@etb.net.co	Bogotá, C/marca, Tolima, Meta y Boyacá
4	RECIPROIL LTDA.	Procesador/ Movilizador	BOGOTA	Transv 124 # 18A- 76, Fontibón	(1) 298 5415 / 8438, Email: reciproiltda@hotmail.com	Bogota, C/marca
5	ECOFUEL S. A.	Movilizador	BOGOTA	Km 19-20, via Mosquera Madrid	(1) 827 7030 - Email:comercial.ecofuel @ecoeficiencia.com.co	Bogotá, C/marca, Boyacá, Meta y Tolima
6	DOMINGEZ S. LTDA	Movilizador	BOGOTA	Diag 150 # 31-58 Of 4-04	(1) 526 5080 - 526 5161, Email: servicioalcliente@dominguezsanchez. com.co	Bogotá, C/marca
7	COMBUSTIBLES JUANCHITO LTDA.	Procesador/ Movilizador	CALI	Calle 94 # 8B-274 - Juanchito, Candelaria, Valle	(2) 663 0027; 311-764 4055- Email: ambiental@combustiblesjuanchito.com	Valle, Cauca, Caldas, Quindío, Risaralda y Tolima
8	FUND. CORPAUL	Movilizador	MEDELLIN	Cra. 55 # 25-40	(4) 235 2375, 2353105 - Email: gestionambiental@corpaul.com	Valle de Aburrá y Oriente cercano
9	CRUDESAN S.A	Procesador/ Movilizador	B/MANGA	Km1 # 29N-255, Café Madrid vía Paleque	(7) 640 2164; 317-426 7254 - Email: c.icrudesan@yahoo.es www.crukesan.com	Santander, Costa Atlántica
11	ORCO	Procesador/ Movilizador	CARTAGENA	Mamonal Km 10, Cra. 56 No. 5-33, Cartagena	(5) 668 5644/5209 linafernandez@orcolda.com	Costa Atlántica
10	P&M DEL NORTE LTDA.	Procesador/ Movilizador	B/QUILLA	Calle 106 # 86A-49, Las Flores	(5)355 3340-cels: 315-7217656 / 310- 362 0667 pymdelnorte@yahoo.es	Costa Atlántica
12	ECO GREEN RECYCLING S.A.S	Procesador/ Movilizador	B/QUILLA	Cra. 15 Sur # 80-132, Av Circunvalar	(5) 319 8540 - Cel: 314-591 2043 Email: info@ecogreenrecycling.com	Costa Atlántica
13	RECITRAC S.A.S	Procesador/ Movilizador	B/QUILLA	Car. 34 # 30-07	(5) 300 7159, Email: recitrac@yahoo.com	Barranquilla

Fuente. Reporte de gestión FAU, 2012.

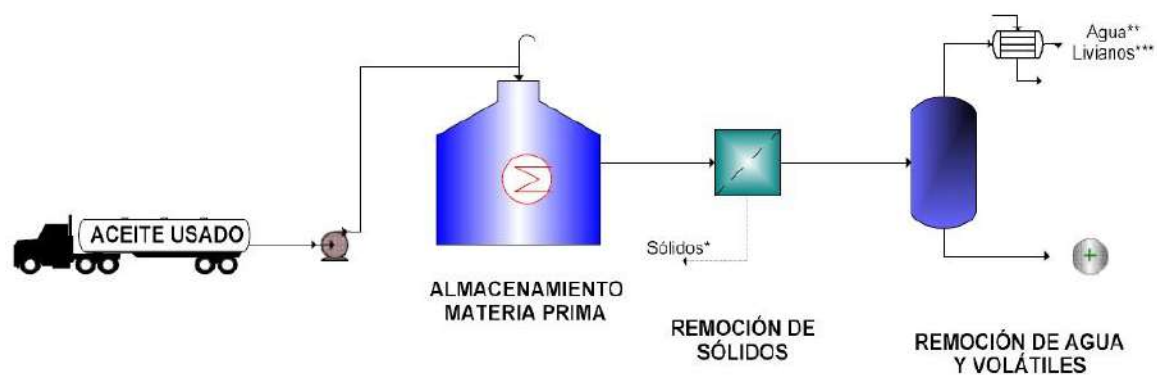
Anexo 3. Esquemas del proceso realizado por las plantas de recolección y tratamiento del FAU.

Esquema de Recolección



Fuente. FAU 2009

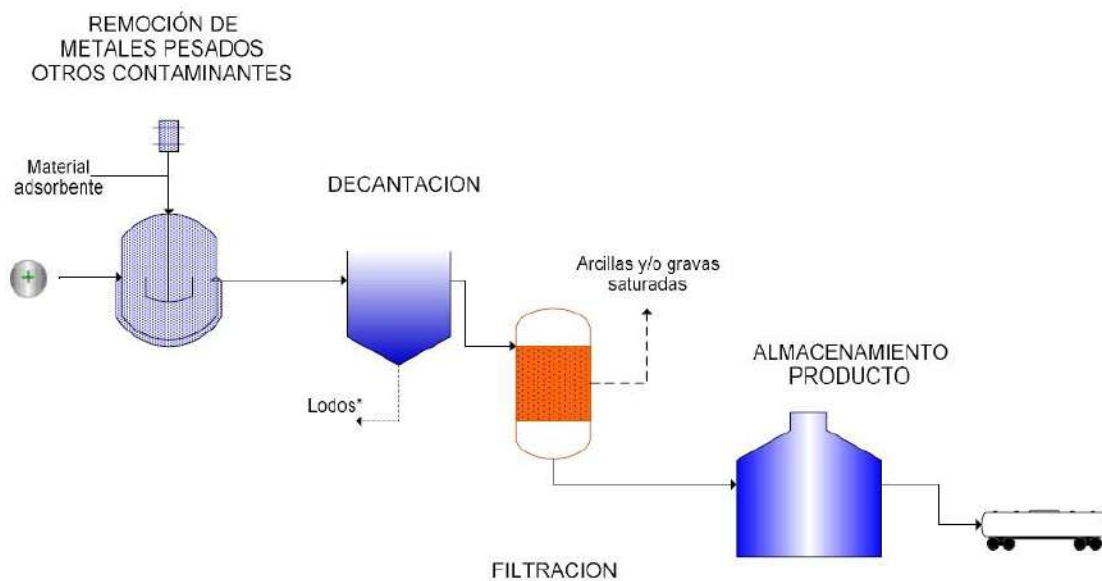
Esquemas de Tratamiento



* Para base asfáltica y/o cementeras

** Tratamiento de aguas.

*** Mezcla en tanque de almacenamiento producto a la venta



Fuente. Foro Internacional, Supervisión y Fiscalización Ambiental en el Sector de Hidrocarburos, julio de 2008.

Anexo 4. Sustancias contaminantes presentes en los aceites usados

CONTAMINANTE	ORIGEN
Bario	Aditivos detergentes
Calcio	Aditivos detergentes
Plomo	Gasolina plomada-desgaste de piezas
Magnesio	Aditivos detergentes
Zinc	Aditivos antidesgaste y antioxidantes
Fósforo	Aditivos antidesgaste y antioxidantes
Hierro	Desgaste del motor
Cromo	Desgaste del motor
Níquel	Desgaste del motor
Aluminio	Desgaste de rodamientos
Cobre	Desgaste de rodamientos
Cloro	Desgaste de rodamientos
Estaño	Aditivos-gasolinas plomadas
Silicio	Aditivos
Azufre	Base lubricante-productos de combustión
Agua	Combustión
Hidrocarburos livianos	Dilución del combustible
PAH	Combustión incompleta

Fuente. Evaluación de la gestión integral del manejo de aceite usado vehicular en Bogotá, 2007.

Anexo 5. Criterios para definir a un residuo como peligroso

Corrosividad: (Environmental Protection Agency, 1980)

Un residuo es corrosivo si presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- a. ser acuoso y presentar un pH menor o igual a 2 o mayor o igual a 12.52;*
- b. ser líquido y corroer el acero a una tasa mayor que 6.35 mm al año a una temperatura de 55 C, de acuerdo con el método NACE (National Association Corrosion Engineers), Standard TM-01-693, o equivalente.*

Reactividad: (Environmental Protection Agency, 1980)

Un residuo es reactivo si muestra una de las siguientes propiedades:

- a. ser normalmente inestable y reaccionar de forma violenta e inmediata sin detonar;*
- b. reaccionar violentamente con agua;*
- c. generar gases, vapores y humos tóxicos en cantidades suficientes para provocar daños a la salud o al ambiente cuando es mezclado con agua;*
- d. poseer, entre sus componentes, cianuros o sulfuros que, por reacción, libere gases, vapores o humos tóxicos en cantidades suficientes para poner en riesgo a la salud humana o al ambiente;*
- e. ser capaz de producir una reacción explosiva o detonante bajo la acción de un fuerte estímulo inicial o de calor en ambientes confinados*

Explosividad: (Environmental Protection Agency, 1980)

Un residuo es explosivo si presenta una de la siguientes propiedades:

- a. formar mezclas potencialmente explosivas con el agua;*
- b. ser capaz de producir fácilmente una reacción o descomposición detonante o explosiva a 25 C y 1 atm;*
- c. ser una sustancia fabricada con el objetivo de producir una explosión o efecto pirotécnico.*

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA), considera a los residuos explosivos como un sub-grupo de los residuos reactivos. En esta Guía cada característica ha sido definida independientemente.

Toxicidad

Un residuo es tóxico si tiene el potencial de causar la muerte, lesiones graves, efectos perjudiciales para la salud del ser humano si se ingiere, inhala o entra en contacto con la piel. Para este efecto se consideran tóxicos los residuos que contienen los siguientes constituyentes enumerados en el [Cuadro 1](#) (PNUMA, 1989).

Se ha optado por una definición de toxicidad totalmente cualitativa para evitar análisis sofisticados de laboratorio para la clasificación de los residuos. Sin embargo, una definición más exacta requiere la utilización de límites cuantitativos de contenido de sustancias tóxicas el uso de definiciones que establecen la LC50 (concentración letal media que mata al 50% de los organismos de laboratorio), tales como las que se usan en los Estados Unidos (Environmental Protection Agency, 1980) o en el Estado de S ao Paulo, Brasil (CETESB, 1985).

Inflamabilidad: (Environmental Protection Agency, 1980)

Un residuo es inflamable si presenta cualquiera de las siguientes propiedades:

- a. ser líquido y tener un punto de inflamación inferior a 60 C, conforme el método del ASTM-D93-79 o el método ASTM-D-3278-78 (de la American Society for Testing and Materials⁴), con excepción de las soluciones acuosas con menos de 24% de alcohol en volumen;*
- b. no ser líquido y ser capaz de, bajo condiciones de temperatura y presión de 25 C y 1 atm, producir fuego por fricción, absorción de humedad o alteraciones químicas espontáneas y, cuando se inflama, quemar vigorosa y persistentemente, dificultando la extinción del fuego;*
- c. ser un oxidante que puede liberar oxígeno y, como resultado, estimular la combustión y aumentar la intensidad del fuego en otro material.*

Patogenicidad (CETESB, 1985)

Un residuo es patógeno si contiene microorganismos o toxinas capaces de producir enfermedades. No se incluyen en esta definición a los residuos sólidos o líquidos domiciliarios o aquellos generados en el tratamiento de efluentes domésticos.

Fuente: Anexo 9, Guía para la Definición y Clasificación de los Residuos Peligrosos – CEPIS Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria

Anexo 6. Categorización de los RESPEL según corrientes de desecho.

Categoría	Corrientes
Y1	Desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas para salud humana y animal
Y2	Desechos resultantes de la producción y preparación de productos farmacéuticos.
Y3	Desechos de medicamentos y productos farmacéuticos para la salud humana y animal
Y4	Desechos resultantes de la producción, la preparación y utilización de biocidas y productos fitosanitarios animal
Y5	Desechos resultantes de la fabricación, preparación y utilización de productos químicos para la preservación de la madera
Y6	Desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos
Y7	Desechos que contengan cianuros, resultantes del tratamiento térmico y las operaciones de temple
Y8	Desechos de aceites minerales no aptos para el uso a que estaban destinados
Y9	Mezclas y emulsiones de desecho de aceite y agua o de hidrocarburos y agua
Y10	Sustancias y artículos de desecho que contengan o estén contaminados por bifenilos policlorados (PCB), trifenilos policlorados (PCT) o bifenilos polibromados (PBB)
Y11	Residuos alquitranados resultantes de la refinación, destilación o cualquier otro tratamiento pirolítico
Y12	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de tintas, colorantes, pigmentos, pinturas, lacas o barnices
Y13	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de resinas, látex, plastificantes o colas y adhesivos
Y14	Sustancias químicas de desecho, no identificadas o nuevas, resultantes de la investigación y el desarrollo o de las actividades de enseñanza y cuyos efectos en el ser humano o el medio ambiente no se conozcan
Y15	Desechos de carácter explosivo que no estén sometidos a una legislación diferente
Y16	Desechos resultantes de la producción, preparación y utilización de productos químicos y materiales para fines fotográficos
Y17	Desechos resultantes del tratamiento de superficies de metales y plásticos
Y18	Residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente – CEPIS. Guía para la definición de residuos según el Convenio de Brasilea sobre el control de los movimientos fronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, Anexo 1.

Anexo 7. Categorización de los RESPEL según el Convenio de Brasilia, a partir de su composición

Categoría	Composición
Y19	Metales carbonilos.
Y20	Berilio, compuesto de berilio.
Y21	Compuestos de cromo hexavalente.
Y22	Compuestos de cobre.
Y23	Compuestos de zinc.
Y24	Arsénico, compuestos de arsénico.
Y25	Selenio, compuestos de selenio.
Y26	Cadmio, compuestos de cadmio.
Y27	Antimonio, compuestos de antimonio.
Y28	Telurio, compuestos de telurio.
Y29	Mercurio, compuestos de mercurio.
Y30	Talio, compuestos de talio.
Y31	Plomo, compuestos de plomo.
Y32	Compuestos inorgánicos de flúor, con exclusión de fluoruro cálcico
Y33	Cianuros inorgánicos.
Y34	Soluciones ácidas o ácidos en forma sólida.
Y35	Soluciones básicas o bases en forma sólida.
Y36	Asbestos (polvo y fibras).
Y37	Compuestos orgánicos de fósforo.
Y38	Cianuros orgánicos.
Y39	Fenoles, compuestos fenólicos, con inclusión de clorofenoles.
Y40	Eteres.
Y41	Solventes orgánicos halogenados.
Y42	Disolventes orgánicos, con exclusión de disolventes halogenados.
Y43	Cualquier sustancia del grupo de los dibenzofuranos policlorados.
Y44	Cualquier sustancia del grupo de las dibenzoparadioxinas policloradas.
Y45	Compuestos organohalogenados, que no sean las sustancias mencionadas
Y46	Desechos recogidos de los hogares
Y47	Residuos resultantes de la incineración de desechos de los hogares

Fuente: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente – CEPIS. Guía para la definición de residuos según el Convenio de Brasilia sobre el control de los movimientos fronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, Anexo 1.

Anexo 8. Sectores económicos de mayor generación de residuos peligrosos en el Valle del Cauca.

No.	SECTOR
1	Metalúrgica y metalmecánica
2	Plaguicidas (cadenas productivas, caña, café, maíz, hortofrutícola)
3	Hospitalario y similares (hospitales, mataderos, cementerios, funerarias, centros de estética y tatuado, etc)
4	Aceite usado e hidrocarburos
5	Empresas de tratamiento de RESPEL
6	Empresas de servicios públicos
7	Artes gráficas
8	Industria química

Fuente: EXPORESIUDOS 2009, III Feria y Seminario Internacional Gestión Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos, Andrés Rojas Marulanda, Profesional Especializado, Corporación Autónoma Valle del Cauca CVC

Anexo 9. Clasificación SAE para aceites lubricantes

CLASIFICACION DE VISCOSIDADES EN ACEITES PARA MOTOR SAE J 300 DIC. 99					
	GRADO VISCOSIDAD SAE	°C C.C.S. VISCOSIDAD cP Max.	°C BOMBEO VISCOSIDAD cP Max.	VISCOSIDAD DINAMICA cSt a 100 °C	HT/HS AT/AC VISC. cP a 150 °C
VISCOSIDAD A BAJA TEMPERATURA	0W	6200 a -35	60000 a -40	3.8 --	--
	5W	6600 a -30	60000 a -35	3.8 --	--
	10W	7000 a -25	60000 a -30	4.1 --	--
	15W	7000 a -20	60000 a -25	5.6 --	--
	20W	9500 a -15	60000 a -20	5.6 --	--
	25W	13000 a -10	60000 a -15	9.3 --	--
VISCOSIDAD A ALTA TEMPERATURA	20	--	--	5.6 a 9.3	2.6
	30	--	--	9.3 a 12.5	2.9
	40	--	--	12.5 a 16.3	2.9*
	40	--	--	12.5 a 16.3	3.7**
	50	--	--	16.3 a 21.9	3.7
	60	--	--	21.9 a 16.1	3.7

Ref.: (*) Para los grados 0W-40, 5W-40 y 10W-40

(**) Para los grados 15W-40, 20W-40, 25W-40 y 40

Fuente: Clasificación de Lubricantes – Cámara Argentina de Lubricantes

Anexo 10. Clasificación API para Motores Nafteros

NIVEL API	CARACTERÍSTICAS
SA	Aceite sin aditivos, utilizados antes de la década del '30. Obsoleta.
SB (1930)	Mínima protección antioxidante, anticorrosiva y antidesgaste. Obsoleta.
SC (1964)	Incorpora el control de depósitos a baja y alta temperatura. Obsoleta.
SD (1968)	Mayor protección que el nivel anterior respecto de la formación de depósitos, desgaste y corrosión. Obsoleta.
SE (1972)	Mayor protección contra la oxidación del aceite, depósitos de alta temperatura, herrumbre y corrosión. Obsoleta.
SF (1980)	Mayor estabilidad a la oxidación y características antidesgaste. Obsoleta.
SG (1989)	Mejor control de la formación de depósitos, oxidación del aceite y desgaste. Obsoleta.
SH (1993)	Mejor protección respecto del nivel SG, fundamentalmente en el control de depósitos, oxidación del aceite, desgaste y corrosión. Estos aceites han sido aprobados siguiendo el "Código de Práctica" del CMA (Chemical Manufacturers Association).
SJ (1996)	Mejor control de la formación de depósitos, mejor fluidez a bajas temperaturas, mayor protección del motor a alto número de vueltas, menor consumo de combustible.
SL (2001)	Definida este año para ser mandataria en el 2002. Desarrollada para aceites con economía de combustibles, provee superior resistencia antioxidante a las altas temperaturas y al desgaste. Suple algunas falencias de SJ indicadas por fabricantes europeos (ACEA A2 y A3)
SM 2004	API SM fue adoptada para definir a los aceites destinados a los más modernos motores nafteros y también a los de generaciones anteriores, en aplicaciones típicas de automóviles para pasajeros. Vehículos deportivos de todo terreno-SUV, vans y camionetas, operando bajo las recomendaciones de mantenimiento de los fabricantes. API SM es superior a API SL en aspectos tales como: Economía de Combustible, Bombeabilidad del aceite usado, Control del espesamiento debido a la Oxidación y la Nitración y los depósitos a alta temperatura, y en especial en cuanto al consumo de aceite y protección de los Sistemas de Control de emisiones.

Fuente: Cámara Argentina de Lubricantes.

Para motores Diésel

NIVEL API	CARACTERÍSTICAS
CA (1940)	Motores de aspiración natural. Protección mínima contra la corrosión, desgaste y depósitos. Obsoleta.
CB (1949)	Motores de aspiración natural. Mejor control sobre los depósitos y el desgaste. Obsoleta.
CC (1961)	Motores de aspiración natural, turbo o sobrealimentados. Mayor control sobre la formación de depósitos a alta temperatura y corrosión en cojinetes. Obsoleta.
CD (1955)	Motores de aspiración natural, turbo o sobrealimentados que requieren un mayor y efectivo control de los depósitos y el desgaste. Serie 3 clásica. Obsoleta.
CD-II(1955)	Motores diesel de dos tiempos que requieren un efectivo control del desgaste y los depósitos (estos aceites cumplen todos los requerimientos del nivel CD). Obsoleta.
CE (1983)	Motores turbo o sobrealimentados para servicio severo. Control sobre consumo y espesamiento del aceite, depósitos y desgaste. Dirigida a multigrados. Obsoleta.
CF-4(1990)	Motores turbo o sobrealimentados para servicio severo, especialmente en carretera. Reemplaza al nivel CE con mejor control del consumo de aceite y formación de depósitos en los pistones.
CF (1994)	Motores de aspiración natural, turbo o sobrealimentados, que pueden usar gasoil con diferentes contenidos de azufre. Efectivo control de la formación de depósitos en los pistones, desgaste y corrosión en cojinetes. Reemplaza al nivel CD. No reemplaza al nivel CE.
CF-2(1994)	Motores diesel de dos tiempos que requieren un efectivo control del desgaste de aros y cilindros y de la formación de depósitos. Reemplaza al nivel CD-II. No necesariamente cumple los requerimientos de los niveles CF o CF-4.
CG-4(1994)	Motores diesel para servicio severo, tanto en carreteras (gasoil con bajo contenido de azufre: 0,05% p.) como fuera de ellas (gasoil con contenido de azufre máximo de 0,5% p.). Efectivo control de los depósitos de alta temperatura, desgaste, corrosión, espuma, oxidación del aceite y acumulación de hollín. Diseñado para cumplir con las normas sobre emisiones de 1994. También se puede emplear cuando se requieran aceites de nivel CD, CE y algunos casos de CF-4. Se suele acompañar con CF-4 y normas Mercedes Benz.
CH-4(1998)	Motores diesel para servicio severo, que emplean gas oil con alto o bajo contenido de azufre, y que deben cumplir con estrictas normas de control de emisiones (USA 1998). Ha mejorado el control de depósitos en modernos pistones de dos piezas (excelente nivel dispersante), del desgaste y la resistencia a la oxidación. Sobresaliente control del hollín que producen los sistemas de inyección de alta presión y control electrónico.
CI-4	Comparada con CH-4, estos aceites brindan una mayor protección contra la oxidación, herrumbre, reducción del desgaste y mejora la estabilidad de la viscosidad debido a un mayor control del hollín formado durante el uso del aceite, -mejorando así el consumo de aceite-. Comprende aceites utilizados en motores Diesel de alta velocidad, que cumplen con los límites de emisiones implementadas a partir del 2002 y uso de combustibles que contengan hasta un 0,5% de azufre en peso. También para el uso extendido en motores con EGR (Recirculación de gases de Blow By).
CI-4- "Plus" 2004	Surgió como resultado de cierta insatisfacción por parte de fabricantes como Caterpillar, Mack y Cummins en lo referente a requisitos de Control del espesamiento provocado por el hollín y de la caída de la viscosidad debido al alto esfuerzo mecánico sobre los aditivos mejoradores de viscosidad.

Fuente: Cámara Argentina de Lubricantes.

Anexo 11. Base de datos empresas generadoras de aceite usado encuestadas

BASE DE DATOS - MUESTRA DE ESTABLECIMIENTOS PARA EL TRABAJO DE CAMPO						
Tipo	No	Nombre Establecimiento	Dirección	Teléfono	Barrio	Comuna
ESTACIONES DE SERVICIO	1	Texaco 33	Cl. 31 2bn-160		Prados del Norte	2
	2	Estación de Servicio Terpel carrera 5	Cr 5n # 38n-39		La Flora	2
	3	Estación de Servicio ESSO el Paso	CL 25 7a-34	885 3356	San Nicolás	3
	4	Terpel de horizonte	Av. 3n 59-46	664 2264	La Flora	2
	5	Estación de Servicio la 25 HGM	Cl 25 4-08	880 6054	San Nicolás	3
	6	Estación de Servicio Mobil el Triangulo	Cl 9 18-00	558 2590	Bretaña	9
	7	Amortiguadores y Servicios - Texaco las Pilas	Cl. 13 53-44	381 9529	Primero de Mayo	17
	8	Globollantas LTDA	Autopista Sur 40-52	551 1401	Los Cámbulos	19
	9	Texaco 2 San Vicente	Av. 3n 23b-60	661 5472	San Vicente	2
	10	Esso Mobil Supertraccion SAS	Cl. 13 77-25	3334893	Las Quintas de Don Simón	17
	11	Estación Mobil las Palmas	Cl. 25 # 10-16	885 3636	Obrero	9
	12	Estación de Servicio Texaco 11	Cr 15 19-25	8851377	Belalcázar	9
	13	Estación De Servicio Texaco 20	Cr 6 17-35	8802211	San Nicolás	3
	14	Servicentro Automotriz Toro	Av. 3n con 47		Vipasa	2
	15	Estación Opes LTDA	Av. 3n 20n-85	660 8800	Versalles	2
	16	Texaco 25	Cl 5 25 - 20		3 de Julio	19
	17	Esso Maz Autos	Cl 5 con 67		Refugio	19
	18	Texaco 34	Av. Canasgordas 122-00		Parcelaciones Pance	22
	19	Texaco Imbanaco 17	Cl 5 39-00	5513528	Urbanización Tequendama	19
	20	Mobil Capri Pasoancho	Cl. 13 52-92	332 2117	Primero de Mayo	17
	21	Terpel Cañaveralejo	Cl 5 53a-75	513 4284	Nueva Tequendama	19
	22	Servicentro Esso Miraflores	Cl. 5 27-08	5583517	3 de Julio	19
	23	Terpel	Cl 9 43-09	552 0611	Los Cámbulos	19
	24	Estación De Servicio Texaco 9	Cr 15 51-40	4430177	Chapinero	8
	25	Estación de Servicio la Floresta	Cr 15 34-00	441 2709	Atanasio Girardot	8
TALLERES	26	Servicio Electroautos Abela	Cl 10 15-50		San Bosco	3
	27	Auto Diesel y Gasolina	Cl 10 13-18	881 0883	San Juan Bosco	3
	28	Auto Valle	Av. 3n 47n-06	664 5226	Vipasa	2
	29	Autohome TEC	Cl 8a 39-116	524 1633	Los Cámbulos	19
	30	Taller Barona	Calle 33H 15-46	4422116	la floresta	8
	31	Almotores	Cl 9a 42-50		Los Cámbulos	19
	32	Autoteka	Cl 23 3-07	888 1797	San Nicolás	3
	33	Tecni Servicio Cañas	Carrera 16 10-46		Bretaña	9
	34	Mobil los Cambulos	Cr 42 # 8-45	551 0854	Los Cámbulos	19

	35	Distribuidora Duquímicos SAS	Cr 17B 23-20	8202409	Belalcazar	9
	36	Nelcar SAS	Cl 23 7a-35	880 3090	San Nicolás	3
	37	Serviautos Francia	Cr 43 9a-50	553 4543	Los Cábmulos	19
	38	Servicentro 9-25	Cl 25 # 9-14	310 844 3863	Obrero	3
	39	Centro de Servicio Car & Co	14 de Calima. Av. 6 30 n-47	6081414	San Vicente	2
	40	Servillantas Calima la 57	Cl 57 5n-14	446 6412	Calima	4
	41	Sincronización Roce	Calle 10 # 18-33		Bretaña	9
	42	Coches del pacifico SA	Av. Pasoancho 69-26	331 3487	Los Portales - Nuevo Rey	17
	43	Lubricantes los Amigos	Calle 44 16-19		Chapinero	8
	44	Serviteca Calicentro	Cl 25 11b-72	882 1306	Obrero	9
	45	Centro Chevrolet	Cl 13 a 69-33	317 757 2026	Los Portales - Nuevo Rey	17
	46	Serviyas Taller Automotriz	Cl 34 15-114		la floresta	8
	47	Auto Mofles	Cr 17 calle 16 esquina	8850374	Belalcazar	9
	48	Taller Mina-C	Cl 18 16-33	880 0776	Belalcazar	9
	49	Servicentro Multillantas	Cr 15 33n-56	441 2928	La floresta	8
	50	Centro Automotriz el Cuy	Cl 10 13-26	317 3168390	San Bosco	3
	51	Mafer Autos	Cr 53 14a-46		El Limonar	17
	52	Taller Auto Velez	Cr 15 44-68	404 8607	Chapinero	8
	53	Taller Triamotor	Cl 35 14a-23	441 0302	Atanasio Girardot	8
LUBRITECAS	54	Servicio el Full	Cr 15 36a-81	4410106	Atanasio Girardot	8
	55	Lubricantes Alexandra	Cl 41 14-91	4414814	Atanasio Girardot	8
	56	Servicentro la 15	Cr 15 41-37	4127514	Atanasio Girardot	8
	57	Lubricante BJ	Cr15a 44-12	315 6560651	Chapinero	8
	58	Lubricantes Pérez y Pérez	Cr 44 19-46	4431986	Chapinero	8
	59	Lavautos Primero de Mayo	Cl 13 56-81		Primero de Mayo	17
	60	Lubriteca Pro-Autos	Cl 8 13-75	889 2061	San Juan Bosco	3
	61	Lavautos Rapicar	Cl 13 69-01	330 4067	Los Portales-Nuevo Rey	17
	62	Lava Autos	Av. 3n 54 esq.	665 0272	La flora	2
	63	Lubriteca Cerón	Cr 18 19 B-04	896 0204	Belalcazar	9
	64	Clean Car	Cr 44 # 9c-05	552 2887	Los Cábmulos	19
	65	Serviteca Megawash	Cl 5 70-08	3726538	Caldas	19
	66	lubriteca Covatrans	Cr16 22 02	8892989	Belalcazar	9
	67	lubriteca la 23	Cl 25 16-65		Belalcazar	9
	68	Wash de lavado y Race de Carrera	Cl 16 15-53		Belalcazar	9
	69	Tecnocentro del Norte	Av. 3n 34 esq.		Prados del Norte	2
	70	Lubricantes Master	Cr 11 24-76	882 1447	Obrero	9
	71	Lubriteca la 25	Cl 25 17g-15	438 9000	Primitivo Crespo	8

	72	Lubricantes los Bucaros	CI 25 11g-41		Obrero	9
	73	Central de Aceites	CI 25 11-62	885 2647	Obrero	9
	74	Lubricantes Cerón la 25	CI 25 11b-50	885 1503	Obrero	9
	75	Lubricantes Villa Colombia	CI 52 15-21	4441991	Chapinero	8
CONCESIONARIOS	76	Audi Center Cali	Av. Canasgordas CI 18 105-95	608 2295	Urbanización Ciudad Jardín	22
	77	Concesionario automotriz Yanacónas Motor	Autopista Sur Oriental Cr 43 Esq.	680 4444	Los Cábmulos	19
	78	Mazko-Mazda Sur	Cr 100 12-90	485 3800	Ciudad Campestre	22
	79	Renault Caribe	Cr 4 22a-29	4855000	San Nicolás	3
	80	Maz-Autos LTDA	CI 5 67-26	687 4444	El Refugio	19
	81	Auto Orion Kia Motors	Av. 3n 34-46	485 3999	Prados del Norte	2
	82	Autopacífico SA	Av. 3 N 34 Esq.	485 3000	Prados del Norte	2
	83	Calima Motor	Calle 5 66b-10	4891212 ext. 213	Refugio	19

Fuente. Las autoras

Anexo 12. Encuesta realizada a empresas generadoras de aceite usado



ENCUESTA

PROYECTO DE GRADO

DIAGNÓSTICO DEL MANEJO Y DISPOSICIÓN DE ACEITES AUTOMOTORES USADOS EN LA CIUDAD DE CALI

Tipo de establecimiento: Taller ___ Estación de servicio ___ Lubriteca ___ Concesionario ___ Energiteca ___

Nombre establecimiento: _____

Nombre encargado: _____

Dirección: _____ Teléfono: _____

Fecha: _____

PREGUNTAS

INFORMACIÓN GENERAL

1. ¿Qué servicios brinda en su establecimiento? Marque con una X los servicios que ofrece.

- Venta de gasolina
- Venta de lubricantes
- Reparaciones de vehículos
- Venta, reparación, contrapesado y montaje de neumáticos
- Lavado de vehículos
- Venta de Vehículos
- Pintura

Otros: _____

SI REALIZA CAMBIOS DE ACEITE, PROCEDA A LA PREGUNTA 2

2. ¿Qué tipo de cambios de aceite realiza?

- Aceite de motor
- Aceite de caja
- Aceite de transmisión

3. ¿Qué tipo de vehículos automotores acuden en mayor medida al establecimiento con el fin de realizar cambios de aceite? Responda en una escala de 1 a 4, siendo 1 el tipo de vehículo que más utiliza este servicio y 4 el que menos.

Automóviles _____
Camionetas _____
Camiones _____
Camperos _____

¿Otros? Cuales _____

4. ¿Cuántos de estos vehículos aproximadamente acuden al establecimiento a realizar un cambio de aceite a diario?

	Diariamente	Mensualmente
Automóviles	_____	_____
Camionetas	_____	_____
Camiones	_____	_____
Camperos	_____	_____
Total	_____	_____

5. Referente a las marcas de aceites lubricantes, ¿Cuáles de las siguientes marcas utiliza con mayor frecuencia? Responda en una escala de 1 a 14, siendo 1 la marca que más utiliza y 14 la que menos, si no la utiliza, por favor marcar cero (0).

- | | | | |
|-----------|-------|-------------------|-------|
| • Esso | _____ | • Gulf | _____ |
| • Mobil | _____ | • Terpel | _____ |
| • Texaco | _____ | • Toyota | _____ |
| • Shell | _____ | • Bep | _____ |
| • Castrol | _____ | • Aceite a granel | _____ |
| • Motul | _____ | • Bracol | _____ |
| • Chevron | _____ | • Lubricas | _____ |

Otros _____

6. ¿Qué cantidad aproximadamente de aceite usado se genera en el establecimiento a diario?

¿Qué cantidad mensualmente?

PROTECCIÓN PERSONAL

1. ¿Cuándo realiza el cambio de aceite, cuáles de los siguientes implementos de protección personal utiliza para realizar el trabajo? Marque con una X

- Overol o uniforme de trabajo
- Botas o zapatos antideslizantes
- Guantes resistentes a la acción de hidrocarburos
- Gafas de seguridad

2. Cuando se encuentran gastados o deteriorados debido al uso, ¿dónde deposita o qué hace con estos implementos?

Overol o uniforme de trabajo _____

Botas o zapatos antideslizantes _____

Guantes resistentes a la acción de hidrocarburos _____

Gafas de seguridad _____

3. ¿Existe en el establecimiento alguna norma, ley o manual que especifique como debe ser la vestimenta y la protección personal de los trabajadores dedicados a esta labor?

Sí _____ No _____

¿Cuál? _____

PROCESO: CAMBIO DE ACEITE AUTOMOTOR

1. ¿Existe algún tipo de capacitación que enseñe a los empleados a realizar un adecuado cambio de aceite?

Si ____ No ____

¿Cuál? _____

¿Cómo aprendió a desempeñar esta labor? _____

2. ¿Cuentan con un protocolo o guía que les indique como realizar el cambio del aceite? Indique brevemente cual es el procedimiento que lleva a cabo.

3. ¿Qué técnica emplea para realizar el cambio de aceite? Marque con una X la respuesta

- Succión
- Gravedad (embudo o manguera)
- Bombeo

Otra _____

4. ¿De qué material es el recipiente de recibo primario, es decir, en el que deposita el aceite cuando lo saca del motor?

- Aluminio
- Hierro
- Plástico

5. Al realizar el cambio de aceite, ¿Que hace con el aceite automotor usado? Marque con una X la disposición final que le da al aceite usado. Seleccione las que pone en práctica.

- Lo bota
- Lo almacena
- Lo vende
- Lo reutiliza
- Otro

Si marca esta opción vaya al recuadro A y posteriormente al F

Si marca esta opción vaya al recuadro C y posteriormente al F

Si marca esta opción vaya al recuadro D y posteriormente al F

Si marca esta opción vaya al recuadro E y posteriormente al F

Si marca esta opción vaya al recuadro E y posteriormente al F

Nota: tenga en cuenta que cada respuesta le indicará una serie de preguntas que deberá responder a continuación, por lo tanto, si marca varias opciones, deberá dirigirse hacia las preguntas que se le indican en cada una de ellas.

DESPUES DE RESOLVER LAS PREGUNTAS CORRESPONDIENTES A CADA OPCION, DIRIGIRSE A LA PREGUNTA 27

DISPOSICIÓN FINAL

1. ¿En qué lugar bota el aceite automotor usado? Marque con una X la respuesta.

- En la tierra
- En el alcantarillado
- En el pavimento

Si marca esta opción, pase al recuadro F

Si marca esta opción, pase al recuadro B y posteriormente al F

Si marca esta opción, pase al recuadro F

A

2. ¿Tienen trampas de grasa que permitan separar los residuos sólidos y las grasas que son depositadas en el alcantarillado?

Si ____
No ____

Si marca esta opción, continúe con el recuadro F

B

3. ¿Cada cuánto tiempo limpia la trampa de grasa? Describa brevemente el procedimiento.

4. ¿Cuál es el manejo que le da al residuo resultante de la limpieza de la trampa?

Nota: pase a responder el recuadro F

5. ¿Ha presentado derrames de aceite usado en el establecimiento?

Si ____ No ____

6. ¿Qué material utiliza para limpiar los goteos, fugas y derrames de aceite en el piso?

7. ¿En algún momento realizan la filtración del aceite usado?

Si ____ No ____

8. ¿Qué hace con los residuos resultantes del filtrado del aceite? Explique brevemente

9. ¿El contenedor temporal está rotulado o señalizado, de tal forma que se identifique que su contenido es aceite lubricante usado?

Si ____ No ____

10. ¿En qué tipo de contenedores almacena el aceite automotor usado? Marque con una X la respuesta.

- Tambores de 55 galones de capacidad
- Tanques con capacidad mayor a 55 galones
- Otro (especificar en la línea) _____

11. ¿De qué material es el contenedor de almacenamiento temporal? Marque con una X la respuesta

- Metálico
- Plástico

12. ¿En el sitio de almacenamiento existen señales que indiquen que es prohibido fumar?

Si ____ No ____

13. ¿En el sitio de almacenamiento existen señales que indiquen que en esa área se almacena aceites lubricantes usados?

Si ____ No ____

14. ¿El área de almacenamiento de aceites usados, se encuentra designada única y exclusivamente para esta actividad?

Si ☐ No ☐

¿Cuál? _____

15. ¿La zona de almacenamiento es ventilada?

Si ☐ No ☐

16. ¿El piso del área de almacenamiento está construido en un material sólido, antideslizante y sin grietas?

Si ☐ No ☐

17. ¿El área de almacenamiento cuenta con una cubierta que evite el ingreso de la lluvia?

Si ☐ No ☐

18. Dado el caso en el que el aceite entre en contacto con agua, ¿utilizan algún método que permita la separación de estas sustancias?

Si ☐ No ☐

19. ¿La zona de almacenamiento presenta alguna conexión con el alcantarillado?

Si ☐ No ☐

20. ¿El área de almacenamiento permite el fácil acceso para realizar cargue, llenado y descargue de aceite automotor usado?

Si ☐ No ☐

21. ¿Cuentan con extintores cerca del área de almacenamiento y su etiqueta es legible?

Si ☐ No ☐

22. ¿El extintor es recargado por lo menos una vez al año?

Si ☐ No ☐

23. ¿Cuentan con la hoja de seguridad de este residuo peligroso?

Si ☐ No ☐

24. ¿Durante cuánto tiempo almacena el aceite usado?

Nota: pase a responder el recuadro F

25. ¿En la venta del aceite automotor usado se firma algún tipo de documento? Especifique cuál y qué información contiene.

26. ¿Sabe usted qué actividad desarrolla con el aceite usado, la persona o entidad a quien entrega este residuo? Especifique la(s) actividades.

Nota: pase a responder el recuadro F

27. ¿En qué actividades utiliza el aceite automotor usado? Especifique cada una _____ _____ _____ Nota: pase a responder el recuadro F	E
28. ¿Existe en el establecimiento alguna norma, ley o manual que reglamente la disposición que le están dando al aceite automotor usado, anteriormente especificada? Si _____ No _____ ¿Cuál? _____	F

En el caso en el que almacene el aceite para posteriormente venderlo o entregarlo a una empresa autorizada para su recolección, responda las siguientes preguntas, de lo contrario su encuesta ha finalizado.

TRANSPORTE

1. ¿Tienen en cuenta alguna norma, ley o manual que les permita controlar o verificar las condiciones bajo las cuales se realiza el transporte del aceite automotor usado?
Si _____ No _____
¿Cuál? _____
2. ¿Cómo es el proceso de traslado del aceite del contenedor de almacenamiento temporal al medio de transporte utilizado? Describa brevemente, nombrando los implementos utilizados

3. ¿Existe un operario asignado a la función de control y vigilancia de este proceso?
Si _____
No _____
4. ¿En qué se realiza el transporte del aceite lubricante?

Tambores de 55 galones

Contenedores con capacidad mayor a 55 galones

Carrotanques
5. A partir de la pregunta anterior, ¿sabe si estos contenedores se encuentran herméticamente sellados?
Si _____ No _____

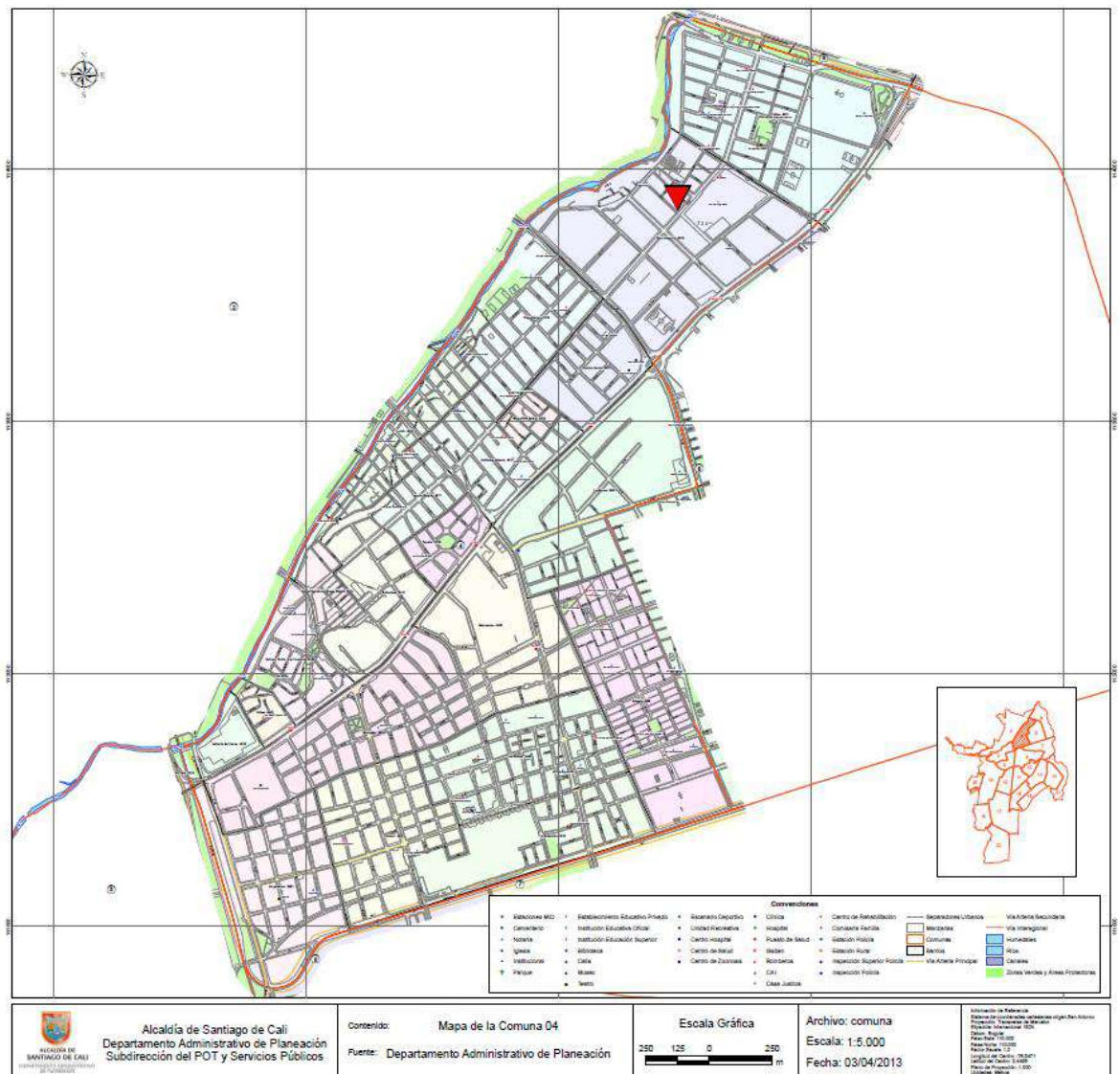
COMENTARIOS ADICIONALES:

Elaborado por: Nathalie Rankin
Natalia Catalina Molina

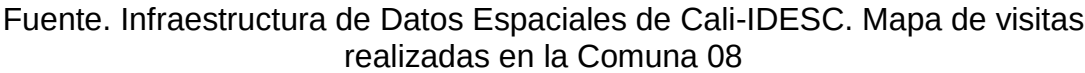
Nota: Tenga en cuenta que la recolección de esta información tiene fines académicos.
Muchas gracias por su colaboración.

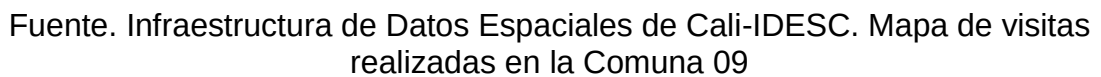
[illegible]

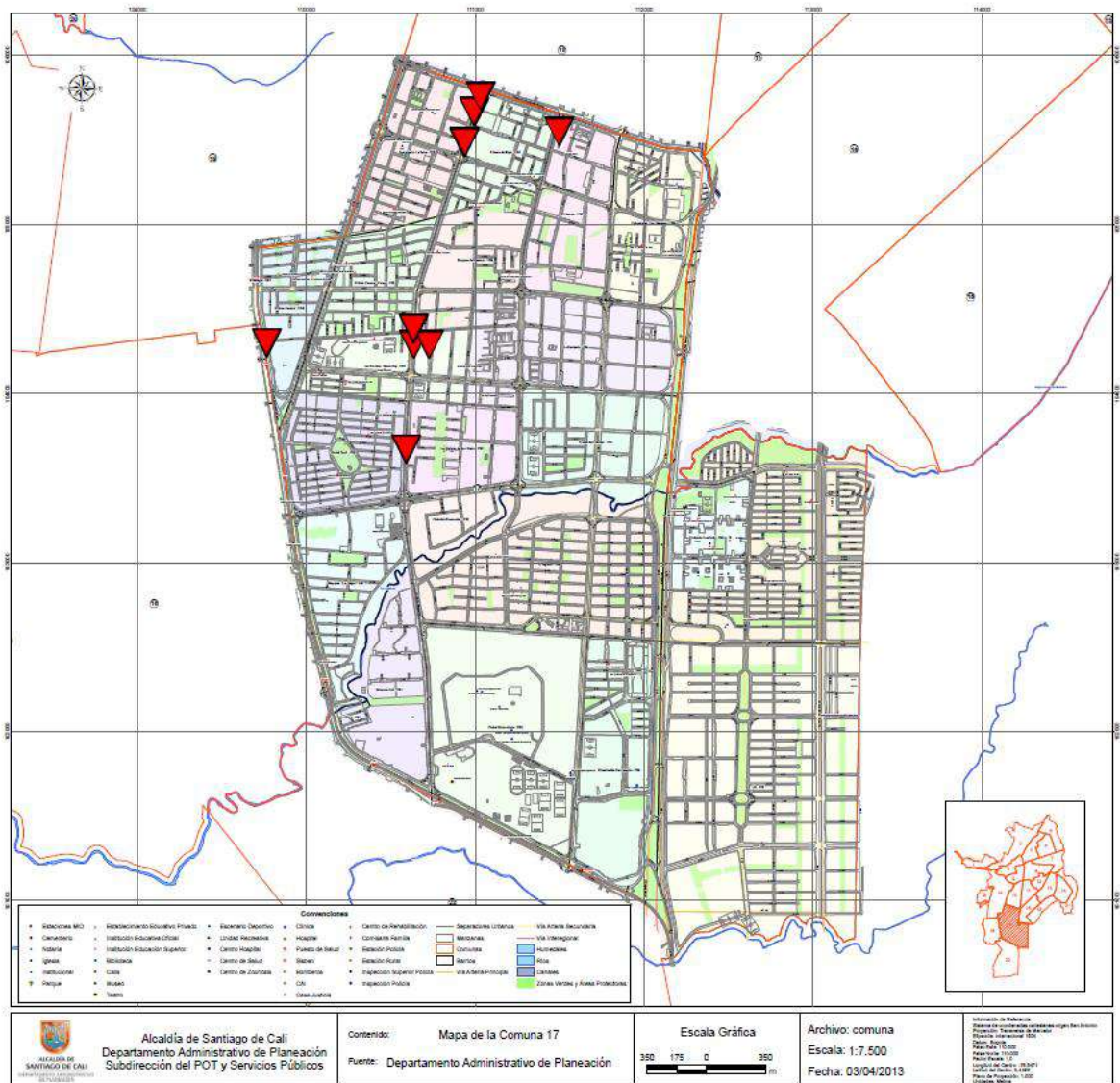
181



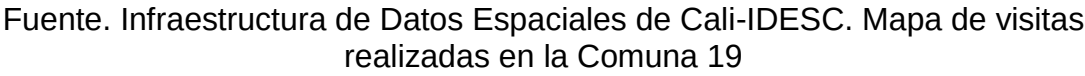
Fuente. Infraestructura de Datos Espaciales de Cali-IDESC. Mapa de visitas realizadas en la Comuna 04

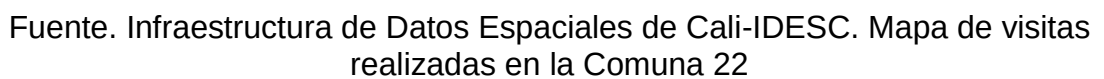






Fuente. Infraestructura de Datos Espaciales de Cali-IDESC. Mapa de visitas realizadas en la Comuna 17





Anexo 14. Lista de chequeo para los transportadores de aceites lubricantes usados

Objeto de Revisión	✓	X
Elementos de dispositivos de sujeción de tambores de 55galones o tanques de capacidad superior no fijos a la estructura del vehículo		
Etiquetado		
El tanque o tambores no presentan filtraciones		
El tanque o tambores no presentan corrosión		
El tanque o tambores se encuentran libres de abolladuras		
Las mangueras no presentan filtraciones		
Las mangueras no presentan uniones		
Las mangueras no presentan fisuras		
La boba para trasiego no presenta filtraciones		
Las válvulas de descargue no presentan goteos		
Sellado hermético de tambores		
Sistema de comunicaciones		
Funcionamiento de la bomba para cargue o descargue		
Extintores		
Material oleofílico para el control de derrames		

Fuente: Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados, Convenio 063 de 2005

Anexo 15. Disposición de lodos provenientes del tratamiento de aceites lubricantes usados

La disposición de lodos con alto contenido de metales pesados, provenientes del tratamiento de aceites lubricantes usados, constituye un problema ambiental de mucha importancia, toda vez que el residuo debe disponerse de modo tal que se asegure que los metales pesados no volverán a estar, de cualquier manera, en posibilidad de ser absorbidos por los seres vivos. La búsqueda de información al respecto ha llevado a establecer cuatro (4) opciones posibles para este tipo de tratamientos:

- Incineración
- Encapsulamiento en el clinker durante el proceso de fabricación de cemento.
- Vitricación o ceramizado de los residuos.
- Utilización como llenante en el proceso de elaboración de capas asfálticas de rodadura.

Estas cuatro opciones se describen con mayor grado de detalle a continuación. Posteriormente se analizan sus características para finalmente recomendar un curso de acción definido.

Análisis de alternativas

• Incineración

Consiste en someter los lodos a un proceso de combustión completa en instalaciones adecuadas, para convertir los distintos componentes contenidos en el lodo en gases y residuos inertes (cenizas y escorias).

Para realizar la incineración de residuos con metales pesados es indispensable tomar una serie de precauciones en cuanto a la temperatura de combustión y el tiempo de permanencia de los gases en el horno.

La temperatura de combustión generalmente se mantiene entre 900-1.000°C y la temperatura de salida de los gases en 300°C aproximadamente, con tiempo de residencia de 2 segundos en promedio. Estas condiciones de operación permiten la salida de compuestos de metales pesados en las escorias, lo cual a su vez exige un esquema final de disposición para éstas.

- **Encapsulamiento en el clínker**

Los hornos de cemento operan a temperaturas muy altas. Típicamente, el material sólido puede salir a temperaturas del orden de 1.350°C a 1.550°C (2500 a 2800°F), mientras que la temperatura de los gases puede ser superior en cientos de grados².

Por otra parte, la cantidad de metales presentes tanto en las materias primas para fabricación de cementos como en los combustibles utilizados puede exceder, y frecuentemente lo hace, los límites considerados para emisión en residuos y para los combustibles convencionales.

El cemento es una mezcla de compuestos que forma complejos con los metales, disminuyendo la volatilidad de algunos de ellos en condiciones de combustión. En consecuencia, muchos metales son mucho menos volátiles cuando se asocian al cemento que en condiciones normales.

Otra característica importante de los hornos de cemento es su diseño que contempla la recirculación del material volátil. La recirculación de metales volátiles entonces ocurre cuando estos se vaporizan, condensan y retornan al sistema.

Los hornos de cemento utilizan un proceso en contraflujo en el cual aire y combustible se introducen en un extremo del horno, mientras las materias primas se introducen por el extremo opuesto. Así, mientras la mezcla de aire y combustible viaja a través del horno, transfiere calor a las materias primas para producir el clínker. En esta zona de alta temperatura, los metales tienden a volatilizarse pero al continuar con los gases de combustión a través del proceso se enfrían nuevamente, condensándose sobre la superficie de las partículas de materia prima. Esta “recirculación interna” ocurre también cuando los metales condensados son recirculados junto con la materia prima.

Algunos metales que escapan en la corriente gaseosa y van hacia la chimenea, deben pasar a través de un colector de partículas, que separa la mayoría de ellas junto con los metales condensados.

Típicamente, la inmensa mayoría de los hornos de cemento recirculan estos materiales. Estos hornos rotatorios suelen tener un diámetro entre 3 y 5 metros y hasta 150 metros de longitud, en donde esta sustancia es sometida a temperaturas por encima de los 1.400°C con una atmósfera oxidante y un tiempo de residencia de los gases en el interior del horno que supera los 4 segundos, condiciones suficientes para destruir la mayoría de los compuestos.

- **Vitrificación**

Las tecnologías actuales para la disposición final de residuos peligrosos consideran la vitrificación o ceramización como el método más seguro para el logro de este objetivo.

Todas las reacciones en estado sólido, como las cerámicas, presentan una cinética de reacción extremadamente lenta. El factor capaz de acelerar el proceso es el tamaño de grano. Cuanto más fino sea el grano habrá mayor superficie específica y por tanto, mayor capacidad para reaccionar. Por ello, cuando el objetivo perseguido es inertizar un residuo por causa de su toxicidad es preciso someterlo a una trituración fina. En este caso el residuo funde parcialmente y se integra en la matriz cerámica.

Si el tamaño de grano es muy grueso, la partícula de residuo no interacciona con la matriz cerámica y queda, simplemente, encapsulado.

En este estado si sufre un impacto mecánico fuerte o es atacado por un agente químico potente, se rompe el velo de protección y la carga contaminante se libera al exterior.

Por los motivos señalados, la inmensa mayoría de autores están de acuerdo en que la vitrificación es la tecnología más segura para inertización de residuos inorgánicos.

- **Adición a mezclas asfálticas**

La incorporación de los lodos a las mezclas asfálticas consiste en su adición como material llenante o “filler” en la formulación de capas de rodadura. El material fino que conforma la mayor parte de estos lodos aporta partículas de muy pequeño tamaño que contribuye al logro de una capa de rodadura de condiciones de rodaje más terso. Los metales pesados se incorporan a los poros de los agregados finos de la mezcla, recubriéndose durante el proceso con una capa de asfalto. De esta forma se logra un encapsulamiento de los contaminantes.

La cantidad de lodo que puede usarse depende en primer lugar de la clase de suelo presente en la subrasante y en segundo lugar del tipo de obra que se va a realizar. Dependiendo del tipo de ligante que se utilice, la mezcla asfáltica puede ser aplicada in situ, bien en frío o en caliente, para finalmente ser compactada con el vehículo compactador.

En el caso de las mezclas asfálticas, al estar estas expuestas a factores ambientales externos que aportan agua, tales como lluvias, condensación, etc., puede producirse un “lixiviado” que eventualmente, si hay fisuras en el

encubrimiento asfáltico de los agregados como producto de oxidación por envejecimiento o por mala aplicación de la mezcla, puede liberar compuestos de metales pesados al ambiente.

Actualmente no hay una posición clara al respecto y se desarrollan investigaciones sobre posible lixiviación de estos compuestos metálicos, especialmente en mezclas asfálticas ya envejecidas.

Valoración ambiental de alternativas

Desde el punto de vista de disminución de la peligrosidad, la vitrificación se constituye en la alternativa que mejor cumple con este propósito, lo que significa la eliminación de los riesgos para la salud y el ambiente por la peligrosidad del residuo.

De acuerdo con la disponibilidad de las tecnologías, los cementos y los asfaltos son dos sectores que tienen mayor representación en el contexto nacional. Debe hacerse notar que no hay investigaciones conocidas sobre vitrificación dentro de la industria cerámica nacional.

Con relación a la flexibilidad del esquema del tratamiento, la adición de lodos a las mezclas asfálticas no presenta limitaciones para su implementación con respecto a la concentración de las sustancias peligrosas del lodo.

Las otras alternativas previstas, igualmente presentan mucha flexibilidad frente a cambios en la composición de los lodos a tratar.

La efectividad y confiabilidad de la vitrificación radica en que es la alternativa que mejores resultados proporciona en el tratamiento de residuos peligrosos inorgánicos como lo son los lodos.

Sin lugar a dudas la alternativa más económica es la adición a mezclas asfálticas, pues no se requiere de infraestructura adicional.

La cantidad de posibles residuos derivados de los diferentes tratamientos es mayor en el proceso de incineración, debido a las cenizas que deberán ser dispuestas y las emisiones que deben ser tratadas posteriormente.

La lixiviación de compuestos de metales pesados es una posibilidad en el caso de la utilización de lodos en la composición de mezclas asfálticas.

La ciencia y las tecnologías actuales no han dicho aún su última palabra en cuanto a las alternativas para la disposición final de estos lodos. En el caso colombiano, deberá incluirse la posición de las empresas que eventualmente pudieran intervenir en el proceso, como empresas de mezclas asfálticas, empresas de cerámicas (pisos, vitrificados, etc.) y la industria del cemento.

Esta última ha mantenido un constante interés en participar en este tipo de investigaciones, de hecho actualmente está quemando aceites lubricantes usados sin tratar en algunas instalaciones y a nivel mundial es notable su aporte a la destrucción de residuos peligrosos. Por estas razones, para los efectos de este Manual se le considera la opción más apropiada para la disposición final de este residuo.

Fuente: Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados, Convenio 063 de 2005

Anexo 16. Lista de Chequeo para los establecimientos generadores de Aceite Automotor Usado como residuo peligroso

LISTA DE CHEQUEO PARA EL MANEJO DE ACEITES LUBRICANTES USADOS					
No.		Objeto de Revisión			✓ X
1.			Elementos de Protección Personal		
	1		Overol o uniforme de trabajo		
	2		Botas o zapatos antideslizantes		
	3		Guantes resistentes a la acción de hidrocarburos		
	4		Gafas de seguridad		
	5		Una vez terminada la vida útil de estos elementos son entregados a entidades autorizadas para movilizar y dar tratamiento a los elementos contaminados con aceite usado		
2.			Área de Lubricación		
	1		Se encuentra claramente identificada, demarcada con un rótulo en letra y tamaño legible, visible en todo momento, con las palabras "Zona de Lubricación"		
	2		De fácil acceso para el vehículo a quien se le realizará el cambio de aceite		
	3		Piso sólido, impermeable y sin grietas		
	4		No presenta conexión con el alcantarillado		
	5		Área ventilada, de manera natural o forzada		
	6		Cuenta con todos los elementos necesarios para realizar el cambio de aceite		
	1		Cuenta con un sistema de drenaje para extraer el aceite por 1. gravedad o 2. bombeo		
		1	Cuenta con cárcamo o algún sistema que permita elevar el vehículo		
		2	Cuenta con bomba en buen estado, que no ocasiona derrames, goteos ni fugas		
	2		Embudo y/o sistema garantiza el traslado del aceite por medio de manguera por gravedad o bombeo, hasta el recipiente de recibo primario		
	3		Cuenta con recipiente de recibo primario		
		1	Recipiente de recibo primario permite el traslado del aceite desde la zona de acopio hasta la zona de almacenamiento temporal		
		2	Recipiente de recibo primario elaborado e materiales resistentes a la acción de hidrocarburos		
		3	Recipiente de recibo primario cuenta con mecanismo que asegure el traspaso del aceite al recipiente temporal, sin derrames, goteos o fugas		

3.				Área de Almacenamiento		
	1			Área destinada única y exclusivamente para almacenar aceite usado y recipientes contaminados con el residuo		
	2			Elaborada en materiales resistentes a la acción de hidrocarburos		
	3			Piso sólido, impermeable y sin grietas		
	4			Permite la operación de los vehículos para la recolección y transporte del aceite		
	5			Área ventilada, de manera natural o forzada		
	6			Cuenta con un dique o muro de contención		
		1		Confinar como mínimo el 100% del volumen del tanque más grandes, más el 10% del volumen de los tanques adicionales		
		2		Confinar posibles derrames, goteos o fugas que se puedan producir al recibir o entregar aceites usados, hacia o desde tanques y/o tambores, o por incidentes ocasionales		
		3		Evita el vertimiento de aceites usados o aguas contaminadas con aceites a los sistemas de alcantarillado o al suelo		
		4		Elaborado en materiales resistentes a la acción de hidrocarburos		
	7			Cuenta con mínimo un recipiente de almacenamiento temporal		
		1		Tanques Superficiales o Tambores como Recipientes de Almacenamiento Temporal		
		1		Garantiza la confinación total del aceite lubricante usado que se está almacenando		
		2		Elaborado en materiales resistentes a la acción de hidrocarburos como polietileno reforzado o metal		
		3		Permite el traslado por bombeo del aceite, desde el recipiente al sistema de transporte a ser utilizado, sin derrames, goteos o fugas		
		4		Cuenta con un sistema de filtración que evite el ingreso de partículas con dimensiones mayores a 5 milímetros		
		5		Se encuentra rotulado, en letra y tamaño legible, visible en todo momento, con las palabras "Aceite Lubricante Usado"		
		2		Tanques Subterráneos como Recipientes de Almacenamiento Temporal		
		1		Garantiza la confinación total del aceite lubricante usado que se está almacenando		
		2		Elaborado en materiales resistentes a la acción de hidrocarburos		
		3		Permite el traslado por bombeo del aceite, desde el recipiente al sistema de transporte a ser utilizado, sin derrames, goteos o fugas		
		4		Cuenta con un sistema de filtración que evite el ingreso de partículas con dimensiones mayores a 5 milímetros		
		5		Tiene con pozos de monitoreo		
		6		Cuenta con sistemas de doble contención enchaquetadura		

		7	La prueba de estanqueidad y hermeticidad, realizada anualmente, resultado favorable para el uso del tanque		
	8		Cuenta con una cubierta que evite el ingreso de agua lluvia al sistema de almacenamiento del aceite		
	9		Permite realizar libremente las operaciones de cargue o llenado y descargue del sistema de almacenamiento		
	10		Cuenta con señalizaciones visibles, en letra clara y legible, que digan "Área de Almacenamiento de Aceites Lubricantes Usados"		
	11		Cuenta con señalizaciones visibles, en letra clara y legible, que digan "Prohibido Fumar En Esta Área"		
	12		El aceite usado es entregado a entidades autorizadas para movilizar y tratar adecuadamente el residuo		
4			Elementos de Seguridad		
	1		Cuenta con material oleofílico para el control de goteos, fugas y derrames de aceite, con características absorbentes o adherentes (aserrín, wipes, kits de derrames)		
		1	El material oleofílico es entregado a entidades autorizadas para dar un tratamiento y disposición final		
	2		Cuentan con extintores		
		1	De al menos 20 libras de polvo químico seco para zonas de almacenamiento localizadas en zonas abiertas o multipropósito de 20 libras para zonas de almacenamiento poco ventiladas		
		2	Ha sido recargado al menos una vez en el año y su etiqueta es legible		
		3	Se encuentra ubicado a una distancia máxima de 10 metros de la zona de almacenamiento temporal		
	3		Cuenta con la hoja de seguridad del aceite usado como residuo peligroso		
	4		Se cuenta con un plan de contingencia actualizado para atender cualquier emergencia o eventualidad que se presente y el personal se encuentra preparado para su implementación		
	5		Se cuenta con un plan de gestión integral de residuos o desechos peligrosos, según los lineamientos establecidos por la ley		