

UNIVERSIDAD DE CUENCA



FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO DE ACEITES DE DESECHO DE AUTOMÓVILES E HIDRÁULICOS DE ORIGEN INDUSTRIAL EN LA CIUDAD DE CUENCA”

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO
A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTORA:

SONIA LORENA PEÑAFIEL CHIRIBOGA

C.I: 0106696073

DIRECTOR:

MSC. CARLOS MAURICIO SÁNCHEZ ALVARRACÍN

C.I: 0102367653

CUENCA – ECUADOR

2017



RESUMEN

Debido a la problemática ambiental asociada a la gestión de aceites usados, producto del crecimiento constante del parque automotor e industrial de la ciudad de Cuenca, una evaluación al manejo de aceites de desecho que se lleva en la actualidad resulta importante para plantear mejoras en esta gestión y es el punto de partida para trabajos de investigación que busquen impulsar un aprovechamiento ambientalmente seguro de este residuo. El objetivo del presente trabajo de titulación es caracterizar el manejo de aceites usados de automóviles e hidráulicos de origen industrial de la ciudad de Cuenca.

El estudio se llevó a cabo en las parroquias urbanas de la ciudad, tomando como unidad de análisis a generadores de aceite usado de origen automotriz e industrial. El instrumento de recolección de datos elegido fue la encuesta, aplicada a una población muestra, aleatoria y representativa de los generadores de aceite existentes. El cuestionario utilizado pasó por un proceso de validación previo a su aplicación, por lo cual se obtuvo una herramienta que puede ser utilizada posteriormente en estudios similares. Las variables analizadas corresponden al destino del aceite usado, recipiente y lugar de almacenamiento temporal, características de su recolección y origen de estos aceites.

La carencia de normativas locales que regulen el manejo de aceites de desecho, conlleva a falencias en el tratamiento y disposición adecuada de este residuo. Los resultados obtenidos muestran que la implementación de un sistema de gestión integral de aceites usados se vuelve necesario para asegurar la protección ambiental en la ciudad.

Palabras clave: Aceites usados, caracterización, aceites lubricantes, aceites industriales, gestión, encuesta.



ABSTRACT

The city of Cuenca is experiencing environmental problems associated with the management of waste oils. This has resulted from the constant growth of the industrial and automotive park within the city. An evaluation of waste oil management is currently being carried out and is important in order to consider improvements in this field of waste oil management. This evaluation is the starting point for research work that seeks to promote an environmentally safe disposal of this waste.

The purpose of this study is to characterize waste oil management techniques originating from cars and factories in the city of Cuenca.

The study was carried out in the urban sector of the city. The unit of analysis is generators of waste oil of automotive and industrial origin. The data collection instrument was the survey, and it was applied to a random sample population of the existing oil generators. The questionnaire used was validated prior to its application, therefore it is a tool that can potentially be used in other similar studies in the future. These management methods have been categorized by the collection procedure, storage methods and types of oil collected from the establishments that generate the waste.

The lack of local regulations for the management of waste oil, leads to failures in the treatment and proper disposal of this waste. The results show that the implementation of a system of integrated management of waste oils is necessary to ensure environmental protection in the city.

Key words: Waste oils, characterization, lubricating oils, industrial oils, management, survey.



Tabla de contenido

RESUMEN.....	2
ABSTRACT.....	3
Cláusula de Derecho de Autor	10
Cláusula de Propiedad Intelectual.....	11
1. CAPITULO I	14
Generalidades	14
1.1 Planteamiento del problema y Justificación.....	14
1.2 Introducción	15
1.3 Objetivos.....	18
1.3.1 General:	18
1.3.2 Específicos:.....	18
2. CAPÍTULO II	19
Fundamento teórico	19
2.1 Aceites lubricantes.....	19
2.1.1 Definición	19
2.1.2 Funciones de los lubricantes	19
2.1.3 Origen	19
2.1.4 Composición de los lubricantes	20
2.1.4.1 Bases minerales	20
2.1.4.2 Bases sintéticas	20
2.1.4.3 Base semi-sintética.....	21
2.1.4.4 Aditivos	21
2.1.5 Clasificación de los aceites lubricantes.....	22
2.1.5.1 Clasificación SAE.....	22
2.1.5.2 Clasificación API.....	23
2.1.5.3 Clasificación ASTM.....	23
2.1.5.4 Clasificación de viscosidad ISO	24
2.2 Aceites hidráulicos	25
2.2.1 Definición	25
2.2.2 Tipos de fluidos hidráulicos	25
2.2.2.1 Aceite mineral	25
2.2.2.2 Éster de organofosfato y Polialfaolefina	25
2.3 Aceite usado	25



2.3.1	Definición	25
2.3.2	Características del aceite usado.....	26
2.3.2.1	Origen.....	26
2.3.2.2	Uso	26
2.3.2.3	Contaminantes.....	26
2.3.3	Composición del aceite usado.....	27
2.3.4	Factores de deterioro	28
2.3.4.1	Temperatura de operación	29
2.3.4.2	Agua	29
2.3.4.3	Combustibles	29
2.3.4.4	Sólidos.....	29
2.3.5	Problemática ambiental asociada a su inadecuado manejo.....	29
2.3.5.1	Contaminación del aire	31
2.3.5.2	Contaminación del agua	32
2.3.5.3	Contaminación del suelo.....	33
2.3.5.4	Efectos de los contaminantes contenidos en los aceites usados sobre la salud humana	34
2.3.6	Manejo recomendado del aceite usado	35
2.3.6.1	Actores involucrados.....	35
2.3.6.2	Acopio.....	36
2.3.6.3	Transporte	36
2.3.6.4	Almacenamiento	37
2.3.6.5	Disposición final.....	38
2.3.7	Alternativas de reutilización y reciclaje del aceite usado.....	39
2.3.7.1	Re-utilización	39
2.3.7.2	Regeneración	39
2.3.7.3	Valorización energética.....	39
2.3.7.4	Incineración	39
2.3.8	Situación de la gestión de aceites usados a nivel nacional y local.....	40
2.3.8.1	Producción y consumo de aceites lubricantes e industriales a nivel nacional	40
2.3.8.2	Manejo del aceite usado a nivel nacional	40
2.3.8.3	Situación del manejo de aceites usados en la ciudad de Cuenca .	41
2.3.8.4	Estimación del parque automotor en la ciudad de Cuenca.....	44
2.3.8.5	Marco Legal Ecuatoriano	44



3. CAPITULO III	46
Metodología	46
3.1 Tipo de investigación	46
3.2 Diseño de investigación	46
3.3 Área de estudio y Unidad de análisis	47
3.3.1 Población y muestra	49
3.4 Operacionalización de variables	51
3.5 Instrumento de recolección de datos.....	52
3.5.1 Encuesta	53
3.5.2 Validez y confiabilidad del instrumento de recolección de datos.....	53
3.5.3 Validez	53
3.5.3.1 Confiabilidad	54
3.6 Validación de la encuesta	55
3.7 Tratamiento de datos	56
4. CAPÍTULO IV.....	57
Resultados.....	57
4.1 Caracterización del manejo de aceites de desecho de automóviles y de origen industrial en la ciudad de Cuenca	57
4.1.1 Destino del aceite usado	57
4.1.2 Recipiente y lugar de almacenamiento temporal del aceite usado	60
4.1.3 Características de la recolección del aceite usado	71
4.1.4 Origen del aceite usado.....	76
4.2 Aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.....	84
4.3 Muestreo físico – químico	89
4.4 Consistencia interna o coeficiente <i>Alpha de Cronbach</i> : validación de la encuesta.....	91
5. CAPÍTULO V.....	93
Discusión de resultados.....	93
6. CAPÍTULO VI.....	97
Conclusiones y recomendaciones.....	97
6.1 Conclusiones	97
6.2 Recomendaciones	99
Bibliografía.....	101
ANEXOS.....	105
Anexo 1: Encuesta aplicada a establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz.....	105



Anexo 2: Encuesta aplicada a establecimientos generadores de aceite usado de origen industrial.	107
Anexo 3: Solicitud de participación a establecimientos generadores de aceite usado, por parte de la decana de la Facultad de Ciencias Químicas y la directora del proyecto “Análisis y definición de estrategias y escenarios para el desarrollo de sistemas de mantenimiento industrial orientado a la eficiencia energética y amigable con el ambiente en la ciudad de Cuenca”.....	109
Anexo 4: Puntos de muestreo para caracterización físico-química	110
Anexo 5: Testimonios del trabajo de campo	115

Índice de tablas

Tabla 1. Composición media de un aceite lubricante de base mineral.....	22
Tabla 2 Sustancias consideradas como aceite usado.....	27
Tabla 3. Composición media del Aceite Usado.....	28
Tabla 4. Manejo de aceites lubricantes de desecho y su impacto ambiental.....	34
Tabla 5. Límites máximos permisibles de contaminantes emitidos a la atmósfera durante la combustión de aceites usados.....	45
Tabla 6. Cálculo de la constante k, a partir del nivel de confianza.....	51
Tabla 7. Operacionalización de variables.....	56
Tabla 8. Criterios de análisis del coeficiente Alpha de Cronbach.....	56
Tabla 9. Promedio de la cantidad de vehículos atendidos por los diferentes generadores en la ciudad de Cuenca.....	80
Tabla 10. Maquinaria usada en industrias encuestadas con mayor consumo de aceite por unidad de tiempo.....	80
Tabla 11. Resumen de resultados obtenidos mediante la aplicación de encuestas...	83
Tabla 12. Promedio de aceite usado generado al año por tipo de establecimiento....	84
Tabla 13. Estimación de la cantidad esperada de aceite consumido por el parque automotor en la ciudad de Cuenca en el año 2016.....	88
Tabla 14. Interacción de variables en las muestras a tomar para caracterización físico – química.....	89
Tabla 15. Cálculo del coeficiente de Alpha de Cronbach de la encuesta “Caracterización del manejo de aceites de desecho de automóviles e hidráulicos de origen industrial en la ciudad de Cuenca” a establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz.....	90
Tabla 16. Cálculo del coeficiente de Alpha de Cronbach de la encuesta “Caracterización del manejo de aceites de desecho de automóviles e hidráulicos de origen industrial en la ciudad de Cuenca” a establecimientos generadores de aceite usado de origen industrial.....	91

Índice de Figuras

Figura 1. Relación entre asociaciones técnicas de la industria en el desarrollo de especificaciones de aceites lubricantes.....	24
Figura 2. Etapas del manejo recomendado del aceite usado.....	38



Figura 3. Mapa de ubicación de la ciudad de Cuenca.....48

Figura 4. Recolector del aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.....58

Figura 5. Otros destinos del aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca..... 58

Figura 6. Recolector del aceite usado de origen industrial en establecimientos encuestados en la ciudad de Cuenca.....59

Figura 7. Otros destinos del aceite usado de origen industrial en establecimientos encuestados en la ciudad de Cuenca.....59

Figura 8. Establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz que cuentan con recipientes para separar aceites de grasas, waipes, filtros, etc. en la ciudad de Cuenca.....60

Figura 9. Establecimientos encuestados generadores de aceite usado de origen industrial que cuentan con recipientes para separar aceites de grasas, waipes, filtros, etc. en la ciudad de Cuenca.....61

Figura 10. Establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz que cuentan con recipientes con identificación adecuada para separar aceites de grasas, waipes, filtros, etc. en la ciudad de Cuenca.....62

Figura 11. Establecimientos encuestados generadores de aceite usado de origen industrial que cuentan con recipientes con identificación adecuada para separar aceites de grasas, waipes, filtros, etc. en la ciudad de Cuenca.....62

Figura 12. Material del recipiente en el cual se almacenan los aceites usados de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.....64

Figura 13. Material del recipiente en el cual se almacenan los aceites usados de origen industrial en establecimientos encuestados.....64

Figura 14. Cierre del recipiente en el cual se almacenan los aceites usados de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.....65

Figura 15. Cierre del recipiente en el cual se almacenan los aceites usados de origen industrial en establecimientos encuestados.....65

Figura 16. Mecanismo de filtrado del recipiente en el cual se almacenan los aceites usados de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.....66

Figura 17. Mecanismo de filtrado del recipiente en el cual se almacenan los aceites usados de origen industrial en establecimientos encuestados en la ciudad de Cuenca..... 67

Figura 18. Mecanismo de trasvasado en establecimientos generadores de aceites usados de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.....67

Figura 19. Mecanismo de trasvasado en establecimientos encuestados generadores de aceites usados de origen industrial la ciudad de Cuenca.....68

Figura 20. Ubicación del recipiente de almacenamiento de aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.....68

Figura 21. Cubierta del lugar en donde se encuentra el recipiente de almacenamiento de aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.....69

Figura 22. Cubierta del lugar en donde se encuentra el recipiente de almacenamiento de aceite usado de origen industrial en establecimientos encuestados en la ciudad de Cuenca.....70



Figura 23. Cierre perimetral del lugar de almacenamiento de aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.....70

Figura 24. Cierre perimetral del lugar de almacenamiento de aceite usado de origen industrial en establecimientos encuestados en la ciudad de Cuenca.....71

Figura 25. Establecimientos que realizan alguna operación con el aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.....72

Figura 26. Operaciones realizadas con el aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.....73

Figura 27. Establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz que llevan registro de la cantidad de aceite generado en la ciudad de Cuenca.....74

Figura 28. Establecimientos encuestados generadores de aceite usado de origen industrial que llevan registro de la cantidad de aceite generado en la ciudad de Cuenca.....74

Figura 29. Frecuencia de recolección de aceites usados de origen automotriz en establecimientos generadores de la ciudad de Cuenca.....75

Figura 30. Frecuencia de recolección de aceites usados de origen industrial en establecimientos generadores encuestados de la ciudad de Cuenca.....76

Figura 31. Tipos de aceite lubricante automotriz virgen utilizado en la ciudad de Cuenca.....80

Figura 32. Tipos de aceite usado en industrias encuestadas en la ciudad de Cuenca.....81

Figura 33. Tipos de aceite usado detallado según densidad en industrias encuestadas en la ciudad de Cuenca.....81

Figura 34. Tipos de vehículos atendidos en establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.....82

Figura 35. Generadores de aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.....83

Figura 36. Ubicación geográfica de los generadores de aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.....85

Figura 37. Ubicación geográfica de los generadores de aceite usado de origen automotriz en las parroquias urbanas de la ciudad de Cuenca.....86



Universidad de Cuenca

Cláusula de Derecho de Autor

Yo, *Sonia Lorena Peñafiel Chiriboga*, autora de la tesis “Caracterización del manejo de aceites de desecho de automóviles e hidráulicos de origen industrial en la ciudad de Cuenca”, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de Ingeniero Ambiental. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afección alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autora.

Cuenca, 24 de marzo de 2017

A handwritten signature in blue ink, reading 'Sonia Lorena Peñafiel Chiriboga'.

Sonia Lorena Peñafiel Chiriboga

C.I: 0106696073



Cláusula de Propiedad Intelectual

Yo, *Sonia Lorena Peñafiel Chiriboga*, autora de la tesis “Caracterización del manejo de aceites de desecho de automóviles e hidráulicos de origen industrial en la ciudad de Cuenca”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Cuenca, 24 de marzo de 2017

A handwritten signature in blue ink, reading 'Sonia Lorena Peñafiel Chiriboga'.

Sonia Lorena Peñafiel Chiriboga

C.I: 0106696073



Agradecimiento

*A Dios, por fortalecerme a cada paso para
culminar con éxito esta etapa.*

*A mi madre, por estar presente en mi
corazón, guiando mi camino.*

A mi familia, por su apoyo y comprensión.

*A quienes hicieron posible el presente
trabajo de titulación,
Ing. Carlos Sánchez por su dirección,
Ing. María Eulalia Peñafiel, por su
colaboración constante durante el estudio,
Ing. Juan Cisneros, por sus
recomendaciones.*



Dedicatoria

A mi familia, quienes han sido mi motivación día a día para conseguir mis metas y alcanzar mis sueños.

A Jorge, quien me impulsa siempre a dar lo mejor de mí.

A mis amigos más sinceros, quienes a cada paso han sabido acompañarme y apoyarme incondicionalmente.



1. CAPITULO I

Generalidades

1.1 Planteamiento del problema y Justificación

El Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017 tiene como uno de sus ejes de acción la transformación económica y productiva a partir del cambio de la matriz productiva. Específicamente, el objetivo número once de este Plan pretende asegurar la soberanía y eficiencia de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica, mediante políticas que proyectan a generar alternativas, fortalecer e implementar una regulación al uso de energético, con la finalidad de modificar patrones de consumo energético, con criterios de eficiencia y sustentabilidad. (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, 2013)

Enmarcados en este contexto, profesores e investigadores de la facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca, de la mano con investigadores de la Universidad Politécnica Salesiana, llevan a cabo el proyecto titulado “Análisis y definición de estrategias y escenarios para el desarrollo de sistemas de mantenimiento industrial orientado a la eficiencia energética y amigable con el ambiente en la ciudad de Cuenca”.

El proyecto tiene metas socio-económicas enmarcadas en el tema de energía, medio ambiente, producción y tecnología industrial. El objetivo general de la investigación es analizar y definir escenarios y estrategias para el desarrollo de sistemas de mantenimiento industrial orientado a la eficiencia energética y amigable con el ambiente en la ciudad de Cuenca.

Los objetivos específicos planteados dentro del proyecto de investigación son:

- Caracterizar las propiedades físico-químicas de aceites de desecho de automóviles e hidráulicos en la ciudad de Cuenca, tipificados por procedimiento de recolección, medios de almacenamiento y tipos de aceite recolectados, usando técnicas de espectroscopia de absorción atómica y cromatografía de gases y técnicas estadísticas.
- Definir alternativas de purificación y reúso de los aceites residuales caracterizados, en base a las características de proceso de purificación reportados en la literatura.
- Capacitar a docentes y estudiantes de la Universidad de Cuenca y la Universidad Politécnica Salesiana, en el uso de técnicas de minería de datos para el para análisis de fallas en equipos industriales, y uso de técnicas de análisis de aceites de desecho.
- Formular algoritmos de análisis de severidad de fallas a partir de señales de vibración y usando técnicas inteligentes.

El presente trabajo de titulación tiene como finalidad el de apoyar en la realización de la primera parte del proyecto de investigación en cuestión. El objetivo principal será el cumplir con la caracterización del manejo de



los aceites de desecho de automóviles e hidráulicos de origen industrial en base a su procedimiento de recolección, medios de almacenamiento y tipos de aceite recolectado en la ciudad de Cuenca.

El inadecuado manejo de aceites lubricantes usados es una grave problemática medio ambiental; esto se debe a sus características tóxicas, baja biodegradabilidad, bioacumulación, contaminación al medio y su gran volumen de producción (Moya Díaz, 2010). Estos residuos altamente contaminantes tienden a ser eliminados en cuerpos de agua, suelo o quemados hacia la atmósfera sin un tratamiento previo, lo que produce efectos nocivos en la salud humana y en ecosistemas. Además, el uso ineficiente de aceites en la industria, resulta en un mayor consumo y mayor generación de este tipo de desecho.

La caracterización de aceites de desecho es de especial importancia para gestionar de manera correcta este tipo de residuo. Se entiende por caracterización el determinar la existencia o no de ciertas características del elemento a evaluar; en este caso particular, se describirá los métodos de manejo de aceites lubricantes de desecho de automóviles e hidráulicos de origen industriales.

Al no contar con información estructurada acerca del potencial que tiene la ciudad para la reutilización de aceite de desecho, el primer paso es el de generar una base de datos analizados estadísticamente, los cuales muestren el estado en el que se encuentra el manejo de estos aceites. Se pretende obtener información estructurada en sistemas de información geográfica y puntos de muestreo establecidos en los cuales se continuará con la segunda etapa del proyecto, en la cual se busca una caracterización físico-química de los aceites para definir alternativas de purificación y reúso de los aceites residuales caracterizados.

En la actualidad, la entidad pública ETAPA, cuenta con una base de datos acerca de los establecimientos en la ciudad de recolección de aceites y la cantidad de aceite que manejan. Sin embargo, esta base de datos presenta información faltante, además de que la información existente no es suficiente para cumplir con los objetivos del proyecto.

1.2 Introducción

Los aceites lubricantes son productos derivados mayoritariamente del petróleo, con composiciones resultantes de complejas mezclas de diversos tipos de hidrocarburos. Las bases de los aceites vírgenes contienen hidrocarburos poli cíclicos aromáticos (HAPs), aditivos y demás contaminantes acumulados durante su uso, que son sustancias perjudiciales para el medio ambiente y el ser humano (Llanos Correa, 2013)



Los aceites líquidos son utilizados para reducir la fricción que se produce entre dos superficies, estos son usados en motores donde las condiciones de operación ocasionan que, después de un período de funcionamiento, se degradan hacia compuestos con características que no permiten su utilización nuevamente como lubricantes (El-Fadel & Khoury, 2001). Es así como, un 'aceite lubricante usado' es todo aquel empleado en motores de combustión, sistema de transmisión y sistemas hidráulicos, con base mineral o sintética, considerado como desecho generado en el momento en el que deja de cumplir con su función inicial, debido a que ha sido contaminado con impurezas físicas o químicas.

La Organización de Naciones Unidas (ONU) define al aceite lubricante como un residuo peligroso, el cual debe tener un proceso adecuado de manejo en cuanto a condiciones de almacenamiento, movilización y otros aspectos referidos a la protección ambiental y a la salud y seguridad de las personas. La Conferencia Mundial del Ambiente celebrada en Kioto en 1997 ya confirmaba la necesidad de reducir el desperdicio y la descarga de productos derivados del petróleo (El-Fadel & Khoury, 2001).

El cambio de aceite de motor implica riesgos de contaminación ambiental cuando no tiene una gestión adecuada, estos problemas ocurren cuando se producen derrames, implicando además un desperdicio de sus propiedades energéticas al no aprovechar su alto poder calorífico. Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 1 litro de aceite de desecho derivado de petróleo contiene alrededor de 800 kJ de energía, lo que sería suficiente para energizar una bombilla de 100 W durante 24 horas. Además, mientras 67 litros de crudo son necesarios para obtener 1 litro de aceite de motor, solamente hacen falta 1.6 litros de aceite de desecho para producir la misma cantidad de aceite de motor. (El-Fadel & Khoury, 2001)

Los centros de recolección y los puntos de acopio son instalaciones que aceptan pequeñas cantidades de aceite usado y lo almacenan hasta que es enviado a otro lugar para su reciclaje. Para un adecuado manejo, la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos recomienda almacenar el aceite en tanques y recipientes que no tengan escapes, óxido, deterioro u otros defectos. Los recipientes y los tanques sobre la superficie deben ser colocados en un material que no permita que el aceite penetre como el cemento o asfalto. Es importante mencionar que los recipientes de almacenamiento deben ser etiquetados adecuadamente, además se prohíbe el almacenamiento de aceites de desecho en lagunas, embalses o superficies no adecuadas para el fin.

En el Ecuador, las principales empresas que formulan aceites son: PETROECUADOR, Texaco, Mobil, Oil, Shell, Valvoline y Repsol. (Vázquez Guillén, 2013). De acuerdo a cifras oficiales del Banco Central del Ecuador, para el año 2012 en el país se importaban aproximadamente



Universidad de Cuenca

63,497 ton/año de bases de aceites lubricantes, para la elaboración de 56'273,360 litros/año de aceites (Vázquez Guillén, 2013).

En la ciudad de Cuenca, desde el año 1998 se lleva a cabo el Programa de Recolección de Aceites Usados, el mismo que es impulsado por la Empresa de Telefonía Agua Potable y Alcantarilla ETAPA. Los hidrocarburos, tales como lubricantes y combustibles, son la principal fuente de contaminación de origen antropogénico en la ciudad.

En la capital azuaya, es evidente el incremento del parque automotor debido a la subutilización vehicular para el número de habitantes (EMOV EP, 2016). Los residuos generados a partir del uso y mantenimiento de vehículos es un problema ambiental el cual requiere un adecuado tratamiento, así como el aceite de uso industrial, siendo éste también un sector importante en la ciudad.

Para alcanzar una gestión integral de residuos acorde con el desarrollo sostenible, es importante establecer jerarquías en las estrategias de gestión. Las jerarquías de gestión tienen como prioridad evitar la generación de residuos en la fuente, siguiéndole de cerca el aprovechar y valorizar los residuos. (Martínez 2005)

Con la finalidad de generar avances en la gestión energética y ambiental, es importante contar con una adecuada base de información procedente de investigación científica e innovación tecnológica en el campo de los materiales aplicados por el sector industrial. El análisis desarrollado en el estudio "Diagnóstico del desarrollo tecnológico de la ciencia de materiales en las PYMES de la ciudad de Cuenca" acerca del desarrollo tecnológico de la ciencia de materiales en pequeñas y medianas empresas de la ciudad de Cuenca, en donde se presentan los problemas más comunes que enfrentan en el proceso productivo, se señala la importancia del eficiente mantenimiento de maquinaria industrial como alternativa para la optimización del consumo de aceites y con esto lograr una reducción significativa en el volumen de aceites de desecho. (Seminario, Pinos, Novillo, & Romero, 2011)

La reutilización de aceites de desecho como combustible en la industria debido a su alto potencial energético es una de las alternativas para valorizar este residuo. Para generar propuestas de adecuado manejo y reutilización de aceites de desecho, el primer paso es la caracterización de aceites de desecho producidos en la ciudad. Los datos representativos para su correspondiente análisis físico-químico deberán ser obtenidos a partir de un estudio estadístico de los sitios de generación de aceites en la ciudad de Cuenca, además de un análisis del manejo que actualmente se dan a estos aceites, desde su manipulación hasta su final disposición.



1.3 Objetivos

1.3.1 General:

Caracterizar el manejo de aceites de desecho de automóviles e hidráulicos de origen industrial en la ciudad de Cuenca, para conocer su estado actual, manejo y la disposición final dada a los mismos.

1.3.2 Específicos:

- Definir el universo de estudio para el levantamiento de información requerida para la caracterización del manejo de aceites de desecho de automóviles e hidráulicos de origen industrial.
- Caracterizar el manejo de aceites de desecho de automóviles e hidráulicos de origen industrial mediante encuestas a una muestra de los establecimientos generadores, en base a técnicas de muestreo.
- Realizar el levantamiento de información geográfica para geo localización de establecimientos de recolección y manejo de aceites de desecho de automóviles e hidráulicos en la Ciudad de Cuenca.
- Establecer puntos de muestreo para la caracterización físico-química de aceites.



2. CAPÍTULO II

Fundamento teórico

2.1 Aceites lubricantes

2.1.1 Definición

Un lubricante es una sustancia sólida, semisólida o líquida de origen animal, vegetal, mineral o sintético, que puede usarse para reducir el rozamiento entre piezas móviles. (Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 1997a)

El aceite lubricante de motor es una sustancia que se utiliza para lubricar motores de combustión interna. Tiene como propósito primordial el lubricar partes móviles del motor y reducir la fricción entre éstas. (Gulf Oil, 2015)

2.1.2 Funciones de los lubricantes

Además de reducir la el rozamiento entre piezas, el aceite lubricante cumple con otras funciones que aseguran el funcionamiento adecuado de la maquinaria. Según el Manual técnico de aceites Gulf, realizado en el año 2015, estas funciones son (Gulf Oil, 2015):

- Eliminar impurezas: El aceite lubricante asegura la circulación de impurezas formadas por el mismo proceso de funcionamiento. Esto lo realiza manteniendo en suspensión las partículas en su seno y trasportándolas hasta los elementos filtrantes.
- Refrigerante: Es la segunda función más importante además de lubricar. El aceite ayuda a mantener un equilibrio térmico de la maquinaria disipando entre un 10% y 25% del calor que genera el motor.
- Sellante: Realiza taponamientos en las zonas donde pueden existir fugas de gases u otros compuestos que contamina el aceite y reducen el rendimiento del motor.
- Transmisor de energía: El fluido lubricante es capaz de transmitir energía de un punto a otro del sistema.
- Anticorrosivo y anti desgastante: Al reducir la fricción, el aceite lubricante contribuye a disminuir el desgaste natural de las piezas. Además, tiene propiedades anticorrosivas, las cuales pueden incrementar agregando aditivos específicos.

2.1.3 Origen

El aceite base también conocido como base de lubricante es un producto derivado de la destilación del petróleo crudo, obteniéndose varias bases de lubricantes con diferentes viscosidades.

El aceite base se obtiene cuando el residuo de la destilación atmosférica del petróleo se continúa destilando en condiciones de vacío. Para obtener



los índices de viscosidad adecuados, es decir, la variación de la viscosidad con la temperatura, es necesario que la base de aceite obtenida pase por procesos de desaromatización y desparafinación, estos procesos determinarán la calidad del aceite. Finalmente, los aceites base junto con los aditivos correspondientes forman los aceites lubricantes de motor e industriales. (Moya Díaz, 2010)

2.1.4 Composición de los lubricantes

La composición de los aceites lubricantes es necesaria conocerla para poder analizar de manera adecuada cuales son las afecciones sobre el ambiente y el ser humano, cuando este lubricante se convierta en aceite usado.

Existen dos tipos de aceites lubricantes caracterizados según su origen. Los aceites lubricantes que provienen del refinado del petróleo son denominados aceites minerales; mientras que los aceites provenientes de reacciones petroquímicas se conocen como aceites sintéticos. (Torbacke, Rudolphi, & Kassfeldt, 2014)

2.1.4.1 Bases minerales

Los aceites de origen mineral están conformados por tres compuestos:

- Compuestos parafínicos: se encuentran en mayor proporción (60-70%) gracias a tener las mejores propiedades lubricantes.
- Compuestos nafténicos
- Compuestos aromáticos

Los compuestos aromáticos y nafténicos aportan propiedades como el comportamiento a bajas temperaturas y el poder disolvente, que no aportan las parafinas. (Gulf Oil, 2015)

2.1.4.2 Bases sintéticas

Las bases sintéticas son obtenidos a partir de diversos fluidos de síntesis orgánica, los cuales se mezcla para dar como resultado lubricantes de características mayores a las bases minerales tradicionales. Los aceites de base sintética son adecuados en trabajos bajo condiciones extremas de temperatura. (Montoro Moreno, 2005)

Debido a su pureza, las bases sintéticas tienen propiedades que los diferencian de los aceites minerales (Gulf Oil, 2015):

- Mejores propiedades de lubricación
- Mejor índice de viscosidad
- Mejor comportamiento a bajas temperaturas
- Mejor estabilidad térmica y a la oxidación



- Menor volatilidad

A pesar de sus mejores características, su consumo se ve limitado por el elevado costo de obtención de éstas bases. Su uso se limita a aceites de muy alta calidad para motores de gasolina y diésel. (Gulf Oil, 2015)

2.1.4.3 Base semi-sintética

Los aceites de base semi-sintética tienen una composición entre aceites sintéticos y minerales. Las propiedades de estos aceites siguen siendo más altas que la de los aceites minerales, ya que se conservan las propiedades de los aceites sintéticos. (Torres Cobos, 2014)

2.1.4.4 Aditivos

Debido a que una base de lubricante no puede ofrecer por sí sola toda la protección que un motor necesita, en la formulación de aceites lubricantes se adiciona químicos llamados aditivos.

Los aditivos son compuestos químicos añadidos a los aceites base, los cuales tienen la finalidad de mejorar sus propiedades en función del uso final del aceite lubricante. (Montoro Moreno, 2005) Los aditivos cumplen con las funciones de proteger al lubricante de cambios químicos como la oxidación, proteger la maquinaria del ataque de productos resultantes de la combustión o de posibles fallas del combustible o lubricante, y mejorar las propiedades físicas del lubricante como la fluidez. (De Vita, 1995)

Los aditivos usados son:

- Antioxidantes
- Anti Desgaste
- Antiespumantes
- Anti Herrumbre
- Detergentes
- Dispersantes
- Espesantes
- Diluyentes.

La Tabla 1 muestra los valores típicos en la composición de aceites minerales.



Tabla 1. Composición media de un aceite lubricante de base mineral

Hidrocarburos totales (85-75%)	
Alcanos	45-76%
Cicloalcanos	13-45%
Aromáticos	10-30%
Aditivos (15-25%)	
Antioxidantes	Difenoles, fenoles, aminas
Detergentes	Sulfonatos, fosfonatos, fenolatos
Anticorrosivos	Ditiofosfatos de zinc y bario, sulfonatos
Antiespumantes	Siliconas, polímeros sintéticos
Antisépticos	Alcoholes, fenoles, compuestos clorados

Fuente: (Martínez, 2005)

2.1.5 Clasificación de los aceites lubricantes

Para especificar los aceites lubricantes de motor, se utilizan las clasificaciones SAE, API y ASTM, las cuales se describen a continuación.

2.1.5.1 Clasificación SAE

Según sus propiedades se clasifican según la norma SAE (Society of Automotive Engineers). En esta clasificación se toma en cuenta la viscosidad del lubricante.

La viscosidad es la propiedad más importante de un líquido lubricante y se define como su resistencia a fluir (Montoro Moreno, 2005). Se expresa como una proporción entre el esfuerzo cortante y la velocidad de cizalladura de un fluido. La viscosidad en un fluido es inversamente proporcional a la temperatura y directamente proporcional a la presión. (Albertson, Staley, McDonald, & Pryor, 2007)

El índice de viscosidad se obtiene de la medida de la variación de la viscosidad con la temperatura. Cuanto más alto es el índice de viscosidad, mayor resistencia del fluido habrá a variar su viscosidad con la temperatura. (Gulf Oil, 2015)

La clasificación SAE es una de las escalas más usadas para medir la viscosidad de aceites de motor y establece una serie de números (ej. SAE 20, 15w40, 5w40, etc.), que relacionan las viscosidades máximas permitidas que aseguran una buena irrigación o distribución del caudal hacia el motor conjuntamente con un adecuado comportamiento de la bomba de aceite en el momento del arranque.

El índice SAE indica solamente como es el flujo del aceite, sin embargo, no es un indicador de su calidad. La clasificación SAE está basada en la viscosidad del aceite a dos temperaturas, siendo éstas -18°C y 99°C.



Los números bajos indican baja viscosidad y los números altos indican lo opuesto. (Paez, 2008)

- Monogrados: Son aceites diseñados para trabajar en temperaturas específicas o en un rango muy cerrado de variación de temperatura. (Gulf Oil, 2015)
 - o SAE 10: empleado en climas con temperaturas menores a 0° C.
 - o SAE 20: usado en climas templados.
 - o SAE 30: requerido para motores que trabajan en climas cálidos.
 - o SAE 40: se utiliza en motores que realizan trabajo pesado en climas muy calientes (verano).

Los aceites monogrado son requeridos únicamente en zonas sometidas a pocos cambios de temperatura durante todo el año.

- Multigrado: Son aceites diseñados para trabajar en rangos de temperatura más amplios. Esto se debe a que están formados por aceites de baja viscosidad y de aditivos que evitan que el lubricante pierdan viscosidad a elevadas temperaturas al calentarse. Este tipo de aceites tienen por nomenclatura dos números separados por la letra W que significa invierno (*winter*, en inglés). Por ejemplo, un aceite 10w30 nos indica que en clima frío se comportará como un SAE 10, mientras que bajo temperaturas calientes, se comportará como un SAE 30.

Según su densidad, los aceites minerales son 5W30, 5w40 y 5w50; los aceites semi-sintéticos empiezan a partir de 10w30, 10w40, 15w40, etc.; finalmente los sintéticos aquellos para climas más extremos, empezarán desde los aceites 20w50, 25w60, 70w80, 75w85, 70w85, 70w90, 80w90, SAE40, SAE50, etc.(Montoro Moreno, 2005)(Gulf Oil, 2015)(Noria Corporation, 2012)

2.1.5.2 Clasificación API

Esta clasificación fue desarrollada por el Instituto Americano del Petróleo y categoriza a los aceites de acuerdo al tipo de motor en el cual será usado, ya sea diésel o gasolina. La nomenclatura se compone por dos letras, la primera letra puede ser “S” para motores a gasolina o “C” para motores a diésel; en tanto que la segunda letra especifica la calidad de aceite según orden alfabético, mientras mayor es la letra mayor calidad tiene el aceite, ej. SA, SB, CC, CE, etc. (Petroleum Quality Institute of America, 2012)

2.1.5.3 Clasificación ASTM

La Sociedad Americana para Prueba de Materiales (ASTM por sus siglas en inglés) ha contribuido con organizaciones como SAE y API

para la realización de clasificaciones de los aceites basadas en las prestaciones y servicios que ofrecen. Es así como en el año 1972 se comienza a utilizar una clasificación conjunta API/ASTM/SAE. (De Vita, 1995)

La relación entre las asociaciones técnicas que desarrollan especificaciones de calidad para lubricantes se muestra en la Figura 1.

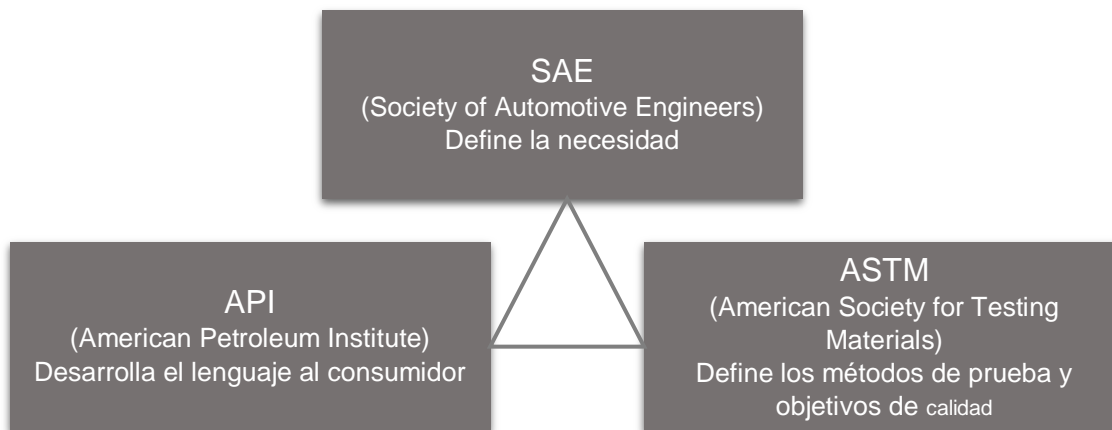


Figura 1. Relación entre asociaciones técnicas de la industria en el desarrollo de especificaciones de aceites lubricantes. Fuente (De Vita, 1995)

Para aceites de uso industrial, la clasificación empleada es la Clasificación de viscosidad ISO.

2.1.5.4 Clasificación de viscosidad ISO

En 1975, la Organización Internacional para Estandarización (ISO), junto con otras entidades internacionales, establecieron una propuesta para una designación de viscosidad universalmente aceptada, es así como nace el Grado de Viscosidad de la Organización Internacional de Estandarización, abreviada como ISO VG. (Paez, 2008)

La clasificación de viscosidad ISO está basada en una viscosidad cinemática medida a 40°C. Esta categorización define 20 grados de viscosidad, entre un rango de 2 a 3200 centistokes (cSt). Basándose en líquidos en base de petróleo, esto cubre un rango entre el queroseno y el aceite de cilindros. (Paez, 2008).



2.2 Aceites hidráulicos

2.2.1 Definición

Los fluidos hidráulicos son sustancias líquidas compuestas por varios tipos de sustancias químicas. Son usados en vehículos, tractores, maquinaria industrial y aviones. (Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 1997b)

El aceite hidráulico es el medio de transferencia de energía para un sistema hidráulico. Al igual que en los aceites lubricantes, la viscosidad es la característica más importante, debiendo ser la adecuada según la temperatura y presión durante la aplicación. (Phillips 66 Company, 2014)

Algunos fluidos hidráulicos provienen del petróleo crudo, mientras otros son manufacturados.

2.2.2 Tipos de fluidos hidráulicos

2.2.2.1 *Aceite mineral*

Es el fluido hidráulico más comúnmente usado, se compone de una base mineral con origen en el petróleo y aditivos apropiados para el uso que se dará al aceite hidráulico, que al contener aceite, es una sustancia altamente inflamable.

2.2.2.2 *Éster de organofosfato y Polialfaolefina*

Son sustancias manufacturadas que no provienen del petróleo crudo. Los fluidos hidráulicos que contienen éster de organofosfato son manufacturados sin aceite, por lo que no son inflamables, cuando la llama se retira, estos fluidos dejan de arder; por ésta característica este compuesto es usado en aviones y en lugares donde se debe evitar la presencia de gases. Las polialfaolefinas al igual que el aceite mineral, contiene aceite, por lo que es inflamable. (Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 2016)

2.3 Aceite usado

2.3.1 Definición

Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, el aceite usado es cualquier aceite que ha sido refinado a partir del petróleo crudo o cualquier aceite sintético que ya ha sido usado y como resultado se encuentra contaminado con impurezas físicas o alteración de su composición química. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 1996)

Además, la Agencia para Sustancias Tóxicas y para el Registro de Enfermedades (ATSDR), define a los aceites usados como un líquido aceitoso, pardo a negro, que es removido de un motor, ya sea de un



automóvil o maquinaria, cuando se cambia de aceite. Este producto resultante contiene químicos adicionales a causa de su uso como lubricante de motor, cuando éste es expuesto a altas temperaturas y presión dentro del motor. Estos químicos en el aceite usado provienen de hidrocarburos, destilados del petróleo crudo, y de aditivos usados para mejorar el rendimiento del aceite. También contiene metales provenientes del motor, pequeñas cantidades de gasolina, anticongelante, y sustancias químicas provenientes de la gasolina cuando ésta es usada dentro del motor. La composición del aceite usado depende de tipo de aceite empleado, de la gasolina o diésel usado en el motor, de las condiciones del motor y de la frecuencia del cambio de aceite (Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades, 1997a). En la Tabla 2 muestra las sustancias que son consideradas aceite usado y las que no.

La correcta gestión del aceite usado es indispensable ya que es considerado según normativas internacionales y nacionales como residuo tóxico y peligroso, esto debido a su contenido en metales pesados y a su capacidad de contaminación del medio ambiente.

2.3.2 Características del aceite usado

Para satisfacer la definición establecida por la EPA, la sustancia debe cumplir ciertos criterios establecidos en un análisis tripartita (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 1996)

2.3.2.1 Origen

El aceite de desecho debe haber sido refinado a partir de petróleo crudo o haber sido fabricado a partir de materiales sintéticos. No se incluyen los aceites de desecho provenientes de origen animal o vegetal.

2.3.2.2 Uso

El uso que se le debe haber dado a los aceites considerados como usados es el de lubricante, líquidos hidráulicos, fluidos para transferencia de calor, medios de flotación y otros propósitos semejantes.

2.3.2.3 Contaminantes

Como resultado de su uso, el aceite usado debe haber sido contaminado con componentes físicos como partículas de metal, serrín o suciedad, o contaminantes químicos como solventes, halógenos o agua salada.



Tabla 2 Sustancias consideradas como aceite usado

Se considera aceite usado	No se considera aceite usado
<ul style="list-style-type: none">- Aceite sintético, derivado de carbón, de esquisto bituminoso o de un material con base polimérica.- Aceite de motor, incluyendo aceites del cárter de motores, aceite para pistones de automóviles, camiones, barcos, aviones, locomotoras y maquinaria pesada.- Líquido de transmisión- Aceite de refrigerantes- Aceites para compresores- Fluidos y aceites de las industrias metalúrgica- Aceites para laminar- Líquidos hidráulicos industriales- Soluciones para el trefilado de cobre y aluminio- Aceite de aislamiento eléctrico- Aceite de procesos industriales- Aceites utilizados como medio de flotación	<ul style="list-style-type: none">- Aceite resultante de los depósitos de almacenamiento de combustible virgen, derrames de combustible virgen y residuos de aceite que no ha sido utilizado.- Anticongelante.- Queroseno.- Aceite vegetal y animal- Destilados de petróleo que han sido usados como disolventes.

Fuente: (Montes, 2003)

Elaboración: La autora

2.3.3 Composición del aceite usado

Según Tormos Martínez, los aceites usados son una mezcla de productos diversos. Durante su uso, el aceite virgen se contamina con diversas sustancias como (Tormos Martínez, 2005):

- Agua
- Partículas metálicas, producto del desgaste de piezas metálicas.
- Compuestos organo-metálicos, con contenido de plomo procedente de la gasolina usada en el motor.
- Ácidos orgánicos o inorgánicos originados por oxidación y por el azufre contenido en la gasolina.
- Compuestos de azufre.
- Restos de aditivos, que contienen fenoles, compuestos de zinc, cloro y fósforo.
- Hidrocarburos polinucleares aromáticos (PNA)



- Compuestos aromáticos policíclicos.

Como resultado del desgaste del motor o maquinaria y del contacto del lubricante con combustibles con contenido de metales (ej. Plomo), los aceites de desecho adquieren concentraciones elevadas de metales pesados. Entre estos tenemos plomo, cadmio, arsénico, zinc y cromo. Es necesario recalcar que la concentración de plomo varía significativamente en función del tipo de combustible utilizado (Martínez, 2005). En la Tabla 3 se muestra la composición media del aceite usado.

Debido a procesos de refinación del petróleo, adicionando la reacción del aceite con los compuestos halogenados contenidos en los aditivos, los aceites usados contienen con frecuencia solventes clorados, entre los que se mencionan: Tricloroetano, tricloroetilo y percloroetilo. (Martínez, 2005)

Los aceites usados pueden estar contaminados por otras sustancias que resultan imprevisibles, pero son producto de las actividades en donde se manejen los aceites lubricantes. Estos compuestos son pesticidas y residuos tóxicos de cualquier tipo.

El aceite de motor se degrada especialmente gracias a una reacción de oxidación, que ocurre cuando el aceite entra en contacto con el aire. (Torres Cobos, 2014) Sin embargo, la composición del aceite usado dependerá del uso dado al aceite virgen, su composición y procedencia.

Tabla 3. Composición media del Aceite Usado

Contaminante	Concentración en ppm		
	Aceites lubricantes		Aceite industrial
	Motor Diésel	Motor Gasolina	
Cadmio	1.1	1.7	6.1
Cromo	2.0	9.7	36.8
Plomo	29.0	2.2	217.7
Zinc	332.0	951.0	373.3
Cloro total	3600.0	3600.0	6100.0
Bifenilos policlorados (PCB's)	20.7	20.7	957.2

Fuente: (U.S EPA) (Torres Cobos, 2014)

2.3.4 Factores de deterioro

Se puede mencionar como factores de deterioro aquellos que logran oxidar al aceite lubricante.

En condiciones de operación ideales de funcionamiento, la base de aceite no se deteriora o contamina, siendo los aditivos los que soportan



las condiciones críticas de funcionamiento. Los factores de deterioro son:

2.3.4.1 Temperatura de operación

Los productos derivados del petróleo son susceptibles a descomponerse cuando se someten a altas temperaturas, esto provoca que el aceite se oxide o polimerice. Los productos de estas reacciones cuando no se eliminan provocan un deterioro en superficies metálicas o taponar tuberías por donde circula el aceite. Sin embargo, esta oxidación y polimerización depende del origen del aceite y del grado de refinamiento que éste posea; no obstante, es posible que gracias a aditivos antioxidantes se eviten estas reacciones. (Torres Cobos, 2014)

A temperatura ambiente el aceite muestra un grado de deterioro, pero esto no afecta significativamente su duración. A una temperatura menor a 50° C la velocidad a la que se oxida el aceite es bastante baja por lo que no se afecta la duración. Por lo que, mientras más baja sea la temperatura de operación, menor será el deterioro. (Tormos Martínez, 2005)

2.3.4.2 Agua

El agua que se puede encontrar en los aceites es producto de la condensación del vapor de agua presente en la atmósfera, aunque también se puede deber a fugas en el sistema de enfriamiento del aceite. El agua que está presente en el aceite provoca su emulsificación, pero también puede lavar la película de lubricante que se encuentra sobre la superficie metálica, provocando que ésta se desgate. (Tormos Martínez, 2005)

2.3.4.3 Combustibles

Los combustibles presentes en el aceite usado se deben al paso del aceite hacia la cámara de combustión y luego al cárter. Cuando el aceite y el combustible interactúan, el combustible se diluye, lo que provoca la mezcla de sus componentes con los del aceite.

2.3.4.4 Sólidos

El polvo y los sólidos se deben a empaques y sellos que están en mal estado, lo que ocasiona el ingreso de contaminantes del medio hacia el aceite. De la misma forma, contaminantes como la tierra y partículas metálicas provienen del desgaste de las piezas, hollín y subproductos de la combustión. (Tormos Martínez, 2005)

2.3.5 Problemática ambiental asociada a su inadecuado manejo

Los aceites usados son considerados potencialmente peligrosos para el ambiente debido a sus componentes, ya que éstos presentan la habilidad para esparcirse en grandes áreas de terreno y cuerpos de agua, formando un film sobre la superficie que no permite el paso de oxígeno (Martínez,



2005). A pesar de esta problemática conocida de los aceites usados, aún no se han cuantificado los daños causados por éstos en el Ecuador.

Para determinar la peligrosidad de un aceite usado, se debe tomar en cuenta varios aspectos de los elementos que conforman un aceite usado, siendo éstos la bioacumulación, toxicidad, ecotoxicidad, emisión de gases, degradación química y tiempo requerido para ser eliminado del agua. (Ortiz Medina, 2007)

Los aceites vírgenes pueden contener cantidades controladas de compuestos aromáticos poli cíclicos (PHA's). Sin embargo, durante la labor que realiza el aceite, éste se desgasta y descompone sus elementos iniciales; adicionalmente, las reacciones catalizadas por metales incrementan la presencia de PHA's en el aceite usado. Los compuestos aromáticos tienen un efecto cancerígeno al ser respirado por seres humanos cuando éstos son arrojados a la atmósfera. Además, se ha dado a conocer mediante estudios especializados, que los PHA's con más de tres anillos tienen capacidad mutagénica. (Ortiz Medina, 2007)

Las prácticas que resultan inapropiadas son provocadas por el desconocimiento de los impactos ambientales de los aceites de desecho. La ignorancia alrededor de cuáles son los procedimientos técnicos para la regeneración de estos aceites, la inexistencia de normativa o estándares que regulen su reutilización industrial y finalmente el mercado informal existente con estos productos, provocan que las prácticas poco adecuadas de éstos desechos sean muy comunes. (Ferrando Sánchez & Granero Castro, 2007)

Dada la peligrosidad de los aceites usados para el medio ambiente y seres humanos, es fundamental contar con ordenanzas que promuevan la adopción de medidas para reducir la generación de éstos desechos, así como contar con políticas y estrategias que regularicen su adecuado manejo y eliminación segura.

En la actualidad, ya existen procesos y tecnologías que permiten la reutilización y reciclaje de los aceites usados, transformándolos en sustancias que pueden ser fácilmente aprovechadas como materia prima o como combustible. (Ferrando Sánchez & Granero Castro, 2007)

En el Ecuador, los usos que se le da al aceite usado son (Universidad Central del Ecuador, 2005):

- Aceite de relleno, entre cambios para vehículos,
- Pulverizador en el lavado de autos,
- Como plaguicida,
- Para el control del polvo en los caminos,
- Para proteger el ganado vacuno de parásitos subcutáneos, y
- Para tratamiento de madera, entre otros.



2.3.5.1 **Contaminación del aire**

Una práctica muy común es la comercialización del aceite usado como combustible en la industria, aprovechando de esta manera su poder calorífico. No obstante, una combustión en condiciones no adecuadas genera un problema ambiental severo, debido a que esta práctica provoca la degradación del ambiente por la gran cantidad de contaminantes, especialmente los metales pesados como el cadmio, cromo, plomo, entre otros, que son emitidos a la atmósfera durante la combustión. Estos contaminantes son particularmente peligrosos por sus efectos sobre la salud humana. (Ferrando Sánchez & Granero Castro, 2007)

La eliminación del aceite usado por combustión, ya sea sólo o mezclado con fuel-oil, provoca una contaminación al aire de importancia, por lo que es necesario se empleen medidas severas para la depuración de los gases resultantes.

Es así que la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) advierte que, un galón de aceite quemado con prácticas no adecuadas, puede contaminar el aire que una persona respira en dos años. Sin embargo, en relación con otros hidrocarburos, los aceites tienen una presión de vapor reducida, siendo ésta la razón por la que su influencia en la contaminación del aire es menor.

En un estudio realizado por la EPA en el año 1985, sobre las alternativas de reglamentación del lubricante usado, se afirmó que alrededor de 3000 tipos de cáncer serían causados por la absorción del cromo y sus compuestos durante la quema que se realizan cuando el aceite es usado como combustible sin tratamiento previo. (Rodríguez Castañeda, Suárez Orozco, López Arias, & Hernández Fierro, 2006)

La quema de aceite lubricante usado, y que se encuentra contaminado con Bifenilos Policlorados (PCB's), bajo condiciones no controladas a temperaturas insuficientes, pueden emitir dioxinas y furanos que son considerados cancerígenos. Esto ocurre de igual manera con los Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos (PHA's) que se generan en todos los motores de combustión interna (Ferrando Sánchez & Granero Castro, 2007).

Entre los contaminantes peligrosos generados por la combustión de aceites usados están los compuestos de cloro, fósforo y azufre que generan gases de combustión tóxicos que deben ser depurados por vía húmeda.

Otro de los contaminantes peligrosos del aceite usado es el plomo, emitido al aire en partículas de tamaño submicrónico, perjudicando la salud de los seres humanos, especialmente en los niños. Al ser el plomo el componente más volátil de los componentes metálicos, se puede



afirmar que éste es emitido en los gases de combustión cuando el aceite se quema. (Vázquez Guillén, 2013).

Por tanto, si se utilizaran los aceites usados como combustible, éstos deberán someterse antes a un tratamiento químico de refinamiento que elimine previamente los contaminantes. De igual forma, las instalaciones en donde se quemará el aceite usado, deberán contar con sistemas eficaces para depuración de gases, siendo el mayor inconveniente el costo de estas tecnologías.

2.3.5.2 Contaminación del agua

Los aceites usados están constituidos por hidrocarburos saturados que no son biodegradables, son insolubles en agua y forman películas en el agua que impiden el paso de oxígeno, matando vida acuática y terrestre. Los aceites arrojados a las aguas se propagan rápidamente con una película de grosor aproximado entre 0.2 a 1mm. (Llanos Correa, 2013)

Para el tratamiento de una tonelada de aceite se requiere una demanda biológica de oxígeno igual que para el tratamiento de aguas residuales de una población con 40.000 habitantes, de esta forma, la demanda biológica de oxígeno (DBO) de las aguas aumenta por la existencia de microbios para el tratamiento biológico del aceite. (ETAPA EP, 2017)

Además, al verter los aceites usados en cuerpos de agua se esparcen productos tóxicos que pueden ser ingeridos por los seres humanos ya sea directa o indirectamente.

Según el autor Rosales Morales, tan solo 1 litro de aceite es capaz de contaminar 1'000.000 de litros de agua, volviéndola inservible para el consumo humano. Siendo así que, si se vertieran en un lago 5 litros de aceite usado (capacidad corriente del cárter de un automóvil), se cubriría una superficie de 5.000 m² con una película oleosa que perturbaría el desarrollo de la vida acuática. (Rosales Morales, 2008)

Debido a la deficiente recuperación biológica del aceite, una pequeña cantidad puede contaminar el agua subterránea por muchos años, dejándola deteriorada y no apta para su aprovechamiento en la preparación de agua potable y riego.

El efecto del aceite usado en el agua potable es el de alterar su sabor, por lo que es imprescindible evitar la contaminación por el mismo en aguas superficiales y aguas subterráneas. El doctor K. Reimann, del Instituto Biológico Experimental Bavoro de Munich, menciona que las concentraciones de aceite usado iguales y mayores a 1 mg/l convierten el agua en inadecuada para el consumo humano. Es así como, el doctor J. Holluta establece un valor límite de 0.44 mg/l para alterar el sabor del agua potable considerablemente. (Rosales Morales, 2008)

Los elementos tóxicos que genera el aceite usado mezclado con el agua, son altamente cancerígenos, mutagénicos y pueden causar



lesiones cerebrales y óseas. Las sustancias tóxicas provienen de los aditivos añadidos a los aceites. Los compuestos que originan estos problemas son los fenoles, aminas aromáticas, terpenos fosfatados y sulfonados di-alqui-ditiofosfato de cinc, detergentes, poli-isobutenilos y poliésteres, que forman peróxidos intermedios muy tóxicos a la hora de usar el aceite virgen a altas temperaturas.

2.3.5.3 Contaminación del suelo

Un uso muy generalizado que se le ha dado al aceite usado es el de aplicarlo como sustituto del asfalto con el propósito de aplacar el polvo o evitarlo. Sin embargo, según estudios, la efectividad de esta práctica de reutilización del aceite usado como aglutinante del polvo en carreteras, muestran que solamente de 1% de la cantidad que se aplica es efectivo para este fin. Alrededor del 75% del aceite aplicado será lavado por la lluvia, el viento y el polvo, mientras que de un 20 a 25% se evapora y sufre una destrucción biológica. Ésta práctica es la responsable de que el aceite usado llegue al suelo, añadiendo que el lavado de este compuesto ocasiona que la contaminación se desplace a zonas aledañas. De ésta manera, se dice que un galón de aceite usado derramado puede llegar a formar una mancha de 1500m². (Llanos Correa, 2013)

Los hidrocarburos saturados de los cuales se conforma el aceite usado, no son biodegradables, por lo que recubren la tierra con una película impermeable que destruye el humus vegetal y afectan seriamente la fertilidad del suelo. (Rosales Morales, 2008)

Al ser vertido en el suelo, el aceite usado se filtra en primera instancia por las capas más superficiales del mismo; posteriormente debido a la acción de la gravedad, continúa su filtración a capas más profundas, llegando de esta forma a aguas subterráneas. El principal efecto del aceite usado en el suelo es la alteración de las propiedades físicas del suelo, en especial la capacidad de absorción y filtración que se ve reducida. (Castro Varela, 2007)

Los efectos que el aceite usado ocasiona en el suelo y su vegetación que se pueden mencionar son (Rodríguez Castañeda et al., 2006):

- Aumento de la sensibilidad de las plantas a infecciones.
- Impide el adecuado desarrollo y crecimiento de las plantas.
- Obstaculizar la acumulación de agua y sustancias alimenticias.
- Reducción la fauna subterránea, lo que ocasiona pérdida de la calidad del suelo.
- Debido a la presencia de organismos biológicos no propios del suelo, es posible evidenciar la sustracción de oxígeno y sustratos.

Uno de los principales peligros ocasionados por la contaminación del suelo por aceites usados, es que éstos contienen compuestos tóxicos



presentes en los aditivos del aceite virgen, esto ocasiona que los contaminantes susceptibles a bioacumulación permanezcan en las plantas y lleguen a los seres humanos mediante la cadena trófica. (Llanos Correa, 2013)

Finalmente, en la Tabla 4 se muestran los impactos ambientales que el inadecuado manejo del aceite usado ocasiona.

Tabla 4. Manejo de aceites lubricantes de desecho y su impacto ambiental

Prácticas de desecho	Impacto Ambiental
Reciclaje para la producción de aceites refinados o gasolinás	Contaminación originada por la eliminación de residuos que contienen metales pesados.
Quema en fábricas de cemento, azúcar y vidrio; plantas termoeléctricas, panaderías e industrias metálicas.	Emisiones atmosféricas de partículas que contienen metales pesados (Plomo, arsénico, cromo, cadmio y sulfuros)
Desecho en cuerpos de agua	Contaminación del agua, provocando inutilización de cursos de agua usados como fuentes de agua potable. Pérdida de biodiversidad debido a que aceites impiden el paso de oxígeno e intervienen en la fotosíntesis al formar películas impermeables en la superficie del agua.
Desecho en suelos abiertos	Pérdida de la fertilidad y contaminación de aguas superficiales y subterráneas debido a contaminación por hidrocarburos saturados no biodegradables que componen el aceite de desecho.

Fuente: (Sistema Nacional de Información Ambiental Chile, 2008) (El-Fadel & Khoury, 2001) (Streitwieser Almeida, Guzmán Játiva, & Aguirre Ortega, 2011)
Elaboración: La autora

2.3.5.4 Efectos de los contaminantes contenidos en los aceites usados sobre la salud humana

Como ya se ha mencionado, algunos de los contaminantes que contienen los aceites usados son el plomo, cromo, aluminio, bario, zinc, compuestos halogenados, bifenilos policlorados, dioxinas y furanos.

Los efectos sobre la salud humana de cada uno de estos contaminantes son (Ortiz Medina, 2007):

- Plomo: En concentraciones bajas y durante un período de exposición bajo, ocasiona síntomas leves como fatiga, dolor de cabeza, dolor óseo, dolor abdominal, dolor muscular e impotencia. Al aumentar la concentración del contaminante y el tiempo de exposición, los síntomas se tornan severos, siendo éstos anemia, cólicos intestinales, náusea, vómito, enfermedades renales, afección a



órganos reproductivos, hipertensión, estreñimiento agudo, afección al sistema nervioso, enfermedades óseas y hasta la muerte.

- Cromo: Es capaz de ocasionar problemas en la piel y mucosas. Además, produce afecciones al sistema respiratorio.
- Aluminio: La exposición a altas concentraciones afecta la respiración, sistema nervioso, huesos, en mujeres embarazadas ocasiona daños al feto.
- Bario: Los compuestos de bario que son solubles en agua pueden causar problemas respiratorios, hipertensión, alteración del ritmo cardíaco, irritación estomacal, afección al cerebro, músculos, hígado y riñón.
- Zinc: Dosis altas de ingestión de este compuesto ocasionan problemas estomacales, anemia, daños en el páncreas, bajos niveles de la proteína de colesterol de alta densidad. La ingestión por vía respiratoria causa una enfermedad llamada "Fiebre de humos metálicos".
- Compuestos halogenados: Son compuestos capaces de bioacumularse afectando al metabolismo.
- Bifenilos policlorados: En concentraciones medias causan cloracné, irritación de los ojos, posible cáncer rectal y al hígado, daños neurológicos y afecciones al desarrollo en niños.
- Dioxinas y Furanos: Producidos cuando compuestos clorados son usados como combustible, son compuestos tóxicos que ocasionan lesiones de piel, así como afecciones al sistema nervioso y reproductivo.

2.3.6 Manejo recomendado del aceite usado

2.3.6.1 Actores involucrados

La gestión integral del manejo de aceites usado empieza por la identificación y compromiso de los actores involucrados en el mismo. Los actores son (Rodríguez Castañeda et al., 2006):

- Fabricante o importador: Persona natural o jurídica que produce o importa bases de aceite o aceites nuevos lubricantes, de transmisión, reductores o de circulación.
- Acopiador: Persona natural o jurídica, que producto de su actividad, genera y reúne aceites usados para su posterior transporte.
- Transportador: La entidad natural o jurídica que se encarga de la movilización de aceites usado.
- Almacenador: La entidad natural o jurídica que almacena de manera temporal el aceite de desecho.
- Tratador: entidad que recibe y trata el aceite usado con el fin de transformarlos en subproductos que se pueden aprovechar.
- Disponedor final: Entidad que recibe el aceite de desecho sin tratamiento y lo dispone definitivamente de acuerdo con las normas ambientales establecidas.



- Receptor: Persona natural o jurídica autorizada para almacenar, aprovechar y/o valorizar el desecho.

La Figura 2 muestra la secuencia de las etapas del manejo recomendado del aceite usado. A continuación, se describen estas etapas, según (Rodríguez Castañeda et al., 2006):

2.3.6.2 Acopio

En el centro generador de aceites usados, se debe contar dentro de las instalaciones con un lugar específicamente asignado para la recolección del mismo. Dicho lugar debe estar debidamente identificado, el piso debe ser sólido y de un material impermeable, no debe contar con conexiones al alcantarillado y debe garantizar una adecuada ventilación. Adicionalmente, se debe garantizar el traslado seguro del aceite desde la maquinaria o vehículo generador hacia el recibo primario, contando de esta forma con un adecuado procedimiento manual o mecanismos de trasvasados como mangueras a gravedad o bombeo.

En cuanto a los recipientes de recibo primario, éstos deben estar debidamente etiquetados para su uso específico y estar en buenas condiciones. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 1996) Este recipiente debe permitir el traslado del aceite hasta el lugar de almacenamiento temporal. Así mismo, el recipiente debe estar elaborado de materiales resistentes a la acción de hidrocarburos y corrosión, debe contar con un sistema de filtración en la boca del recibo de aceites y ser de un volumen adecuado para su manipulación.

Adicionalmente al tanque de recibo primario o almacenamiento temporal, el centro generador de este residuo debe contar con recipientes de separación de filtros, waipes, etc. Finalmente, la cubierta del área de almacenamiento debe evitar el ingreso de agua lluvia y permitir el realizar libremente las operaciones de cargue o llenado y descargue del sistema de almacenamiento.

2.3.6.3 Transporte

El transporte de aceites usados es una operación de alto riesgo en el manejo de estos residuos, debido a los posibles problemas de derrames o contacto del residuo con el personal encargada de su manejo o con terceras personas.

El transporte puede ser realizado en tambores de 55 galones de capacidad, contenedores de mayor capacidad o camiones tanque. En todos los casos, los recipientes deben estar en perfectas condiciones y estar contruidos con materiales resistentes a la corrosión, así de como contar con un cierre hermético que garantice su sella para evitar derrames. Es importante que el tanque de transporte este correctamente etiquetado, así como el carro transportador debe llevar un símbolo que identifique el transporte de sustancias peligrosas, estas señalizaciones deben ser fácilmente legibles y visibles. (Ortiz Medina, 2007)



Para el cargue y descargue de aceites usados, el carro transportador debe contar con un mecanismo de trasvasado. El mecanismo adecuado debe contar con mangueras para tal fin, éstas deben ser fabricadas de un material flexible para facilitar su operación, además de ser resistente a la acción de hidrocarburos y solventes.

2.3.6.4 Almacenamiento

El almacenamiento de aceites usados involucra riesgos, esto se debe al carácter de residuos peligroso del mismo, además porque contiene hidrocarburos volátiles que se encuentran disueltos. El centro de almacenamiento debe cumplir con las condiciones mínimas establecidas por autoridades ambientales de la localidad. Si el tanque de almacenamiento cuenta con tuberías y válvulas, éstas deben ser de acero. El piso debe ser impermeables para evitar filtraciones, adicionalmente el piso debe tener un desnivel mínimo de 1% con dirección a un sistema colector. En cuanto a los drenajes, estos no deben ser abiertos en sitios de almacenamiento para evitar descargas en cuerpos de agua o hacia sistemas de alcantarillado, sino que deben conectarse a pozos colectores que garanticen una correcta disposición responsable. Los aceites usados deben estar ubicados en un sitio confinado por paredes o bordillos perimetrales, el techo del lugar de almacenamiento debe estar diseñado para evitar totalmente el ingreso de agua lluvia; sin embargo, se debe garantizar una ventilación óptima ya sea natural o forzada (Martínez, 2005).

Para tanques superficiales, éstos deben ser metálicos y resistentes a la acción de hidrocarburos y a la corrosión. Estos tanques deben contar con una capacidad mínima de 2.000 galones, deben permitir el traslado del aceite por bombeo, contar con un sistema de ventilación tal como un cuello de ganso y garantizar el almacenamiento adecuado del aceite usado (Rodríguez Castañeda et al., 2006)

Los tanques subterráneos garantizan la confinación del aceite usado, éstos tanques deben estar realizados de un material resistente a la acción de los hidrocarburos, tienen que contar con un sistema de filtración en la boca del recibo y deben permitir el traslado del aceite usado desde el vehículo transportador hacia éste, garantizando que no hayan derrames o fugas. Es especial mencionar que los tanques de almacenamiento subterráneo deben contar con un mínimo de tres pozos de monitoreo, que cuenten con sistemas de contención pudiendo ser éstos tanques dobles de materiales no corrosivos; esto con la finalidad de que anualmente se cumpla con pruebas de estanqueidad (Rodríguez Castañeda et al., 2006)

El área de acceso a la zona de almacenamiento debe permitir la operación de vehículos autorizados para la recolección y transporte de aceites usados. Esta zona debe contar con un sistema para el control de goteos, fugas y derrames. Además debe contar con un sistema

contra incendios y cumplir con los requerimientos establecidos en un estudio de impacto ambiental para una operación segura de la planta de almacenamiento de aceite. Cabe recalcar que para almacenar aceites usados, es necesario obtener una Licencia Ambiental. (Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 1996)

2.3.6.5 Disposición final

El aceite usado es un recurso valioso tanto por su contenido energético, como por otros usos que se le pueden dar, por lo que una disposición final sin aprovechamiento no es justificable pero debe ser considerada.

Para los autores Castañeda, Suárez y López, en su manual Técnico para el Manejo de aceites usados, las alternativas de disposición final son (Rodríguez Castañeda et al., 2006):

- Disposición del aceite usado mediante encapsulamiento, asegurando su confinación total y definitiva.
- Uso final como combustible en la fabricación de Clinker por vía húmeda, siempre y cuando se cuente con las aprobaciones y permisos ambientales necesarios para una operación segura.
- Uso como combustible industrial, pero asegurando una combustión en condiciones aceptables para minimizar impactos, así de como contar con sistemas de purificación de los gases de combustión.

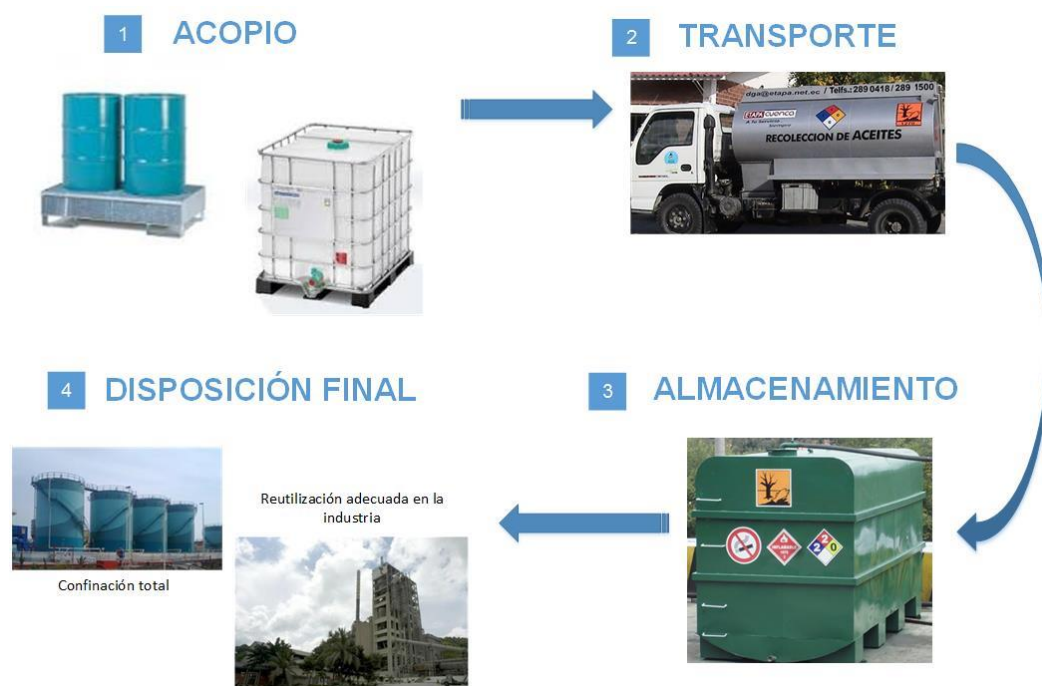


Figura 2. Etapas del manejo recomendado del aceite usado.
Elaboración: La autora



2.3.7 Alternativas de reutilización y reciclaje del aceite usado

En la Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos, realizada por Javier Martínez para el Centro Coordinador del Convenio de Basilea para América y el Caribe, se mencionan cuatro alternativas para la gestión de aceites usados (Martínez, 2005):

2.3.7.1 Re-utilización

Cuando la calidad del aceite usado lo permite, o cuando ha pasado por un tratamiento previo para la remoción de contaminantes insolubles y productos de oxidación, mediante calentamiento, filtración, deshidratación y centrifugación, el aceite puede reusarse en maquinarias de corte o en sistemas hidráulicos. Un ejemplo de aceite que es posible mantener en buenas condiciones luego de su uso, es el aceite dieléctrico.

2.3.7.2 Regeneración

Para que los aceites usados vuelvan a ser aptos para su reformulación y utilización, es posible someter a estos aceites a tratamientos para la recuperación de las bases lubricantes presentes en el aceite original. Se puede decir que casi todos los aceites usados son re-generables; sin embargo, la dificultad y el costo de estos tratamientos para su recuperación, hacen inviable esta práctica.

2.3.7.3 Valorización energética

Debido a su elevado poder calorífico, el aceite usado se constituye como un residuo con alto potencial para ser empleado como combustible. Esta utilización se puede llevar a cabo quemando el aceite sólo o mezclándolo con fuel-oil en calderas industriales y hornos de cemento. El aceite puede ser empleado por combustión directa o con pre-tratamiento del aceite usado, siendo éste una separación de agua y sedimentos. Sin embargo, debido a la baja potencia de generación de calderas domésticas, comerciales e industriales, esta práctica es poco recomendable debido a problemas de contaminación de aire, que se producen al quemar estos aceites sin control y bajo condiciones no adecuadas, provocando especialmente la emisión de metales pesados y demás contaminantes.

2.3.7.4 Incineración

La destrucción de aceites usados en incineradores de residuos peligrosos se da cuando éstos presentan niveles de contaminantes de metales pesados o halógenos que no permiten ser usados como combustibles.



2.3.8 Situación de la gestión de aceites usados a nivel nacional y local

2.3.8.1 *Producción y consumo de aceites lubricantes e industriales a nivel nacional*

En el Ecuador, las principales empresas que formulan aceites son: PETROECUADOR, Texaco, Mobil, Oil, Shell, Valvoline y Repsol. Estas empresas son marcas representantes, quienes realizan formulaciones que consisten en la “aditivación” de sustancias que mejoran las características físicas y químicas de las bases de aceites, como la viscosidad, estabilidad térmica, oxidación, entre otras.

Según se establece en el proyecto “Manejo Ambientalmente Adecuado de los desechos aceitosos en el Ecuador” realizado por la Universidad Central del Ecuador, el 60% del aceite lubricante se destina al consumo de automotores, mientras que el 40% restante se ocupa en la industria y en empresas marítimas. (Universidad Central del Ecuador, 2005).

En el Ecuador se comercializan aceites de diferentes tipos, establecidos por categorías, donde cada uno es utilizado para una actividad diferente.

Según Torres Cobos, entre los aceites lubricantes no industriales comercializados en el Ecuador están (Torres Cobos, 2014):

- Aceites para motores de combustión interna a gasolina y diésel.
- Aceites para motores pequeños de 2 tiempos
- Aceites para sistemas de transmisión automática y manuales.

En cuanto a los diferentes tipos de aceites industriales que se comercializan en el Ecuador (Torres Cobos, 2014):

- Hidráulicos
- De circulación, de proceso, de corte, de temple
- Aceites para engranajes
- Motores de transporte marino
- Aceites de transferencia térmica
- Compresores de refrigeración
- Dieléctricos

2.3.8.2 *Manejo del aceite usado a nivel nacional*

En el Ecuador, la recuperación del aceite usado es una práctica generalizada en los centros generadores, pero se encuentra fuera de control, debido a la existencia de un mercado informal que cotiza este residuo, los mismos que destinan este aceite a diversos usos (Universidad Central del Ecuador, 2005).

A nivel nacional, existen reglamentaciones y leyes claras, pero estas no están complementadas con ordenanzas en los gobiernos seccionales. Un ejemplo muy claro es la ciudad de Cuenca que, a pesar de llevar a cabo un programa de gestión de aceites usados, no dispone de una



Ordenanza Municipal que regularice el manejo adecuado para estos residuos peligrosos. A pesar de esto, a través de la Municipalidad de Cuenca se han llevado a cabo campañas de información que mantienen a la ciudadanía interesada acerca de esta problemática ambiental (ETAPA EP, 2017).

2.3.8.3 Situación del manejo de aceites usados en la ciudad de Cuenca

Para la ciudad de Cuenca, la empresa municipal de telecomunicaciones y saneamiento ambiental de ETAPA EP, es la responsable de ejecutar políticas ambientales y programas de acción que pretenden cuidar los recursos hídricos, es así como se estableció un programa de recolección de aceites que empezó a funcionar en 1998. La cámara de Industrias mantiene una estrecha relación con la empresa pública ETAPA, por lo que colaboran conjuntamente para el adecuado manejo de los desechos de aceites usados en la ciudad.

El “Programa de Recolección y Disposición de Aceites Usados” tiene varias etapas de las que se llevan registro y consisten en (ETAPA EP, 2017):

- **Generación:** Los establecimientos en donde se realizan cambios de aceite a vehículos o maquinaria, suscriben voluntariamente un acuerdo con la empresa pública ETAPA, en donde se comprometen a entregar todo el aceite usado que se derive de sus actividades. Mediante registros tomados al momento de la recolección de aceites de desecho en los establecimientos generadores, se lleva un registro aproximado de la cantidad de aceite generado
- **Recolección:** La recolección de los aceites de desecho se realiza en una primera instancia por el establecimiento generador para un almacenamiento primario. Cabe recalcar que, a la vez en que los establecimientos generadores se comprometen a entregar los aceites, también lo hacen para contar con un lugar de almacenamiento que cumplan con las condiciones adecuadas.

En segunda instancia, la recolección es llevada a cabo por la empresa ETAPA. Para cumplir con este fin, la empresa pública recorre los establecimientos generadores registrados de Lunes a Viernes siguiendo rutas programadas en la ciudad donde están localizadas mecánicas, lubricadoras, lavadoras, industrias, etc. (Vázquez Guillén, 2013)
- **Transporte:** El transporte del aceite usado es realizado en tanqueros especializados de 1500 y 1200 galones de capacidad.

Los tanqueros están equipados con bombas neumáticas auto abastecidas de doble diafragma. Según la normativa INEN 2266, estos vehículos cumplen con las condiciones para transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos. (Imagen 3)



Imagen 1. Vehículo de recolección de aceites usados de la empresa pública ETAPA. Fuente (ETAPA EP, 2017)

- Tratamiento: Según Vázquez Guillén (2013), el tratamiento es ligero y consiste en una tamización y sedimentación, para adecuarlo antes de su destino final. Luego de este tratamiento, se almacena el aceite usado en un tanque con capacidad de 1000 m³, ubicado en la planta de tratamiento de aguas residuales de Ucubamba, a cinco kilómetros de la zona urbana de la ciudad de Cuenca. (ETAPA EP, 2017)

El primer paso para el tratamiento es de tamización y pre sedimentación en una estructura de hormigón armado dividido en dos cámaras. La primera tiene como medidas dos metros de largo por cincuenta centímetros de ancho y dos metros de profundidad, sobre la cual se encuentra el tamiz metálico, en esta instancia se eliminan arenas, piedras, guapes y piezas de vehículos. La segunda cámara es un cubo de dos metros, la cual está separada de la anterior por una pared divisoria. Aquí se lleva a cabo la sedimentación del aceite previamente filtrado y se retiran objetos flotantes y agua.

El tanque de almacenamiento está compuesto por siete cámaras por las cuales el aceite circula adecuadamente gracias a separadores verticales a distinto nivel. En estas cámaras se evapora la gasolina y diésel que se ha mezclado con el aceite usado (Imagen 4).

Adicionalmente, ocurre una segunda sedimentación de lo arrastrado en la circulación.



*Imagen 2. Tanque de almacenamiento de aceites usados ubicado en la Planta de tratamiento de Aguas Residuales Ucuabamba, Cuenca.
Fuente (ETAPA EP, 2017)*

- Disposición final: el aceite recolectado, almacenado y tratado pasa a un movilizador certificado, para su transporte hacia su disposición final.

El aceite usado es entregado a industrias que garantizan una disposición ambientalmente segura de los aceites usados, cumpliendo las normativas ambientales vigentes para tal fin.

Las empresas calificadas por el Ministerio del Ambiente Ecuatoriano como dispositivos finales son Alfadomus y Holcim. La planta de la empresa Holcim cuenta con un horno rotario que utiliza el aceite usado en co-procesamiento. La fabricación de cemento es un proceso adecuado en el que se pueden destruir residuos, debido a que la temperatura de operación es la necesaria para el efecto, el ambiente es alcalino, tiene un sistema adecuado de filtrado de gases y la permanencia de los gases es la requerida. (ETAPA EP, 2017)

Los desechos sólidos que quedan luego del tratamiento dado por ETAPA, son transportados hacia el relleno sanitario de la ciudad.

Según datos generales de la empresa ETAPA, hasta la fecha se han recolectado alrededor de 20 mil metros cúbicos de aceites usados,



alcanzando el 57% de aceite que se genera en la ciudad de Cuenca. (ETAPA EP, 2017)

Para el año 1998, cuando el programa de recolección de aceites usados comenzó, se recolectó 13.087 galones (Vázquez Guillén, 2013). Sin embargo, según últimos registros, se alcanzan a recolectar 480.000 galones al año (ETAPA EP, 2017).

2.3.8.4 Estimación del parque automotor en la ciudad de Cuenca.

En el año 2005, se estimaba que existían cerca de 69000 vehículos, representado estadísticamente que existía un automotor por cada seis habitantes. Sin embargo, debido al aumento poblacional y del parque automotor estas cifras se han visto incrementadas, definiéndose para el año 2015 un parque automotor comprendido por aproximadamente 114.408 vehículos, representando la existencia de un automóvil por cada 4 habitantes. (EMOV EP, 2016)(INEC, 2010)

Entre el año 2014 y 2015 se registra una tasa de incremento del parque automotor del 7,27%. Por lo tanto, con un crecimiento similar, una estimación de la cantidad de vehículos para el año 2016 establece en 122.725 como la cantidad aproximada de vehículos existentes en el cantón Cuenca. Con el aumento de vehículos, incrementan también los establecimientos dedicados al cambio de aceite de automotores.

2.3.8.5 Marco Legal Ecuatoriano

En el Ecuador no existen leyes que vayan dirigidas exclusivamente al manejo de los aceites usados, pero sí existen leyes acerca de los cuidados que se debe tener hacia la naturaleza. Además, se definen actores para la creación de sistemas de gestión ambiental y lineamientos que cualquier proyecto debe tener para conseguir los permisos ambientales que correspondan.

La Constitución de la República del Ecuador, establece que todo ciudadano tiene derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación, estableciendo restricciones al ejercicio de ciertos derechos y libertades, para la protección del medio ambiente.

Es así como en la Ley de Gestión Ambiental, aprobada mediante Registro Oficial 245, el 30 de Julio de 1999 surge para brindar protección a la ciudadanía en donde se necesite hacer una gestión ambiental.

El "Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria del Ministerio del Ambiente" Libro VI, Título I, establece que:



“Toda obra, actividad o proyecto nuevo, ampliaciones o modificaciones de los existentes, emprendido por cualquier persona natural o jurídica, públicas o privadas, que pueden causar potencialmente contaminación, deberán presentar un Estudio de Impacto Ambiental, que incluirá un plan de manejo, de acuerdo a lo que establece el Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA). El Estudio de Impacto ambiental debe demostrar que las actividades desarrolladas en el proyecto cumplan con la Legislación Ambiental y sus Normas Técnicas, previa la construcción y operación del proyecto”

Al no contar el TULSMA con normativas que regulen el control ambiental de la quema de aceites usados, se debe recurrir a normas internacionales que fijen parámetros, como el de las emisiones atmosféricas.

En este contexto, normativas como la planteada por el Gobierno de Chile son utilizadas. En la misma se establece que, los aceites usados que estarán destinados a la quema, deberán ser analizados previamente. En caso de que estos aceites contengan más de 1000 ppm de halógenos totales, serán caracterizados como residuos peligrosos y deberán ser tratados como tales. Así mismo, el contenido de bifenilos policlorados (PCB's) debe ser menor a 2 ppm para ser usado como combustible en cualquier equipo térmico, y entre 2-49 ppm para usarse en hornos de alta intensidad a nivel industrial. (Sistema Nacional de Información Ambiental Chile, 2008)

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos ha establecido los límites máximos permisibles que se deben monitorizar cuando el aceite usado es quemado (Tabla 5).

Tabla 5. Límites máximos permisibles de contaminantes emitidos a la atmósfera durante la combustión de aceites usados.

Contaminante	Límite máximo permisible
Arsénico, As	5 ppm
Cadmio, Cd	2 ppm
Cromo, Cr	10 ppm
Plomo, Pb	100 ppm
Halógenos	1.000 ppm
Azufre, S	1.7% en peso

Fuente: U.S EPA 1997



3. CAPITULO III

Metodología

En este capítulo, se establece cómo responder al problema de investigación, abarcando aspectos como el tipo e investigación, diseño de investigación, población y muestreo, instrumentos de recolección de la información, operacionalización de variables, metodología y tratamiento estadístico de datos.

3.1 Tipo de investigación

Según autores como Babbie (1979), existen tres tipos de investigación: exploratoria, descriptiva y explicativa. Esta clasificación tiene como principal criterio el objetivo de la investigación, ya sea explorar un fenómeno no estudiado, describir una situación o explicarla. En este contexto, de acuerdo a los objetivos planteados en el presente estudio, se puede decir que la investigación realizada en este trabajo de titulación es exploratoria y descriptiva.

Se trata de una investigación descriptiva debido a que se trabajó sobre realidades de hecho y se realizó una interpretación del manejo que se lleva actualmente sobre los aceites usados en la ciudad de Cuenca a partir de las características de recolección y almacenamiento de los mismos. En este estudio se procedió a la descripción de variables con el fin de especificar las propiedades importantes del fenómeno en análisis. En este caso, para el presente proyecto técnico se usaron encuestas para estudiar intensivamente características básicas, tales como la situación actual acerca del tema. Para Tamayo y Tamayo (2001) este tipo de investigación es útil para obtener información básica acerca de las variables planteadas.

Adicionalmente, se trata de un estudio exploratorio en el cual se logra una aproximación a la situación analizada con el fin de aumentar el grado de conocimiento de cómo es el manejo de los aceites usados en la ciudad. Es importante mencionar que esta investigación sirve de base para futuros estudios, en donde el punto de partida sería el conocimiento pleno del manejo y disposición final que actualmente tienen estos aceites en nuestro cantón.

3.2 Diseño de investigación

El Diseño de investigación es el plan, estructura y estrategia que se utilizará para llevar a cabo la investigación. El diseño parte de un marco teórico, señala como serán obtenidos los datos y cómo se analizará la información.



Para llevar a cabo el presente estudio, es necesario emplear dos tipos de diseño transeccionales. El primero corresponde a un diseño transeccional exploratorio, el cual tiene como propósito conocer una situación, basándose en una exploración inicial en un momento específico. El segundo diseño empleado es transeccional descriptivo, el mismo que busca indagar las incidencias y los valores en que se manifiestan las variables, con el fin de obtener una visión de una situación. En este último diseño, el procedimiento consiste en medir las variables involucradas en una situación para describir la misma.

Los objetivos de la investigación se llevaron a cabo mediante la recolección de información acerca de la situación del manejo actual que tienen los aceites usados en los establecimientos generadores de la ciudad de Cuenca. El instrumento usado fueron encuestas aplicadas en una población muestra de establecimientos generadores de aceites usados en el cantón.

3.3 Área de estudio y Unidad de análisis

El estudio se desarrolló en las parroquias urbanas del cantón Cuenca en la provincia de Azuay, Ecuador.

El cantón Cuenca está situada en la parte meridional de la Cordillera de Los Andes ecuatoriana, en la región sur interandina del Ecuador. Está ubicado entre las coordenadas 2°54'00" latitud sur y 78°59'00" longitud oeste, a una altitud de 2560 msnm aproximadamente en la zona urbana. Limita al norte con la provincia del Cañar, al sur con los cantones Ponce Enríquez, San Fernando, Santa Isabel y Girón, al oeste con las provincias del Guayas y hacia el este con los cantones Paute Gualaceo y Sígsig. (Figura 3)

El cantón Cuenca está dividido en 21 parroquias rurales y un conjunto de quince parroquias urbanas, a las cuales se les denomina la Ciudad de Cuenca, la cual representa el 2.34% del territorio total, con un área de 72.32 km². (Bermeo et al., 2010)

Según cifras oficiales del censo realizado en el año 2010, la población total del cantón es de 505.585 habitantes, de los cuales el 65.26% (329.928 habitantes) corresponden al sector urbano. (INEC, 2010)

El censo económico realizado en el año 2010 por el Instituto de Estadísticas y Censos (INEC), muestra que el 48.7% de actividades que generan mayor ingreso en la ciudad, corresponden a industrias manufactureras; el comercio al por mayor y menor, incluyendo la reparación de vehículos y motocicletas representan el 31.5%;

finalmente, las actividades financieras y de seguros constituyen el 7.9% (SENPLADES, 2014). Esta información muestra que la cantidad de establecimientos generadores de aceite usado es significativa, los cuales son la unidad de análisis del estudio.

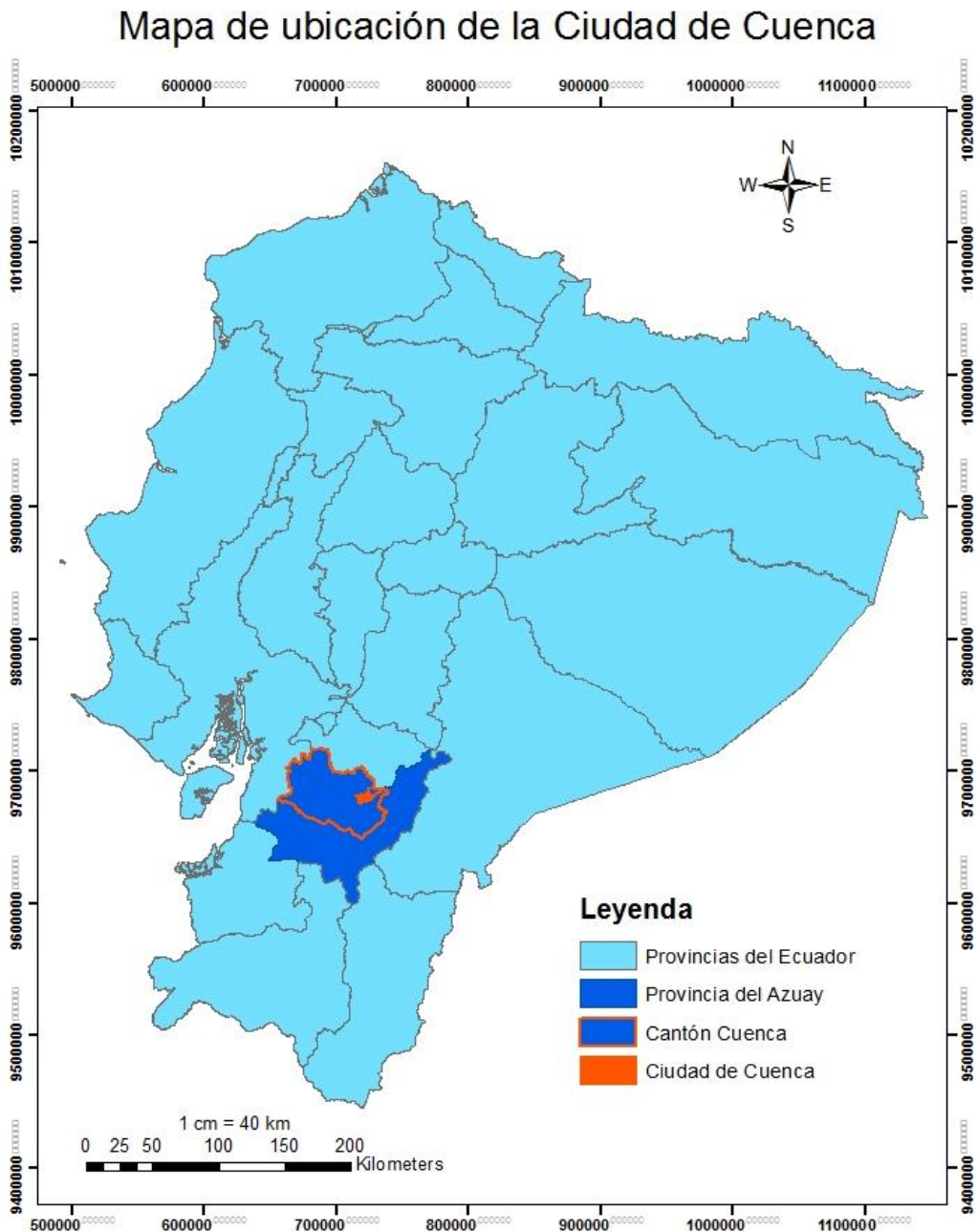


Figura 3. Mapa de ubicación de la ciudad de Cuenca.

Elaboración: La autora

Los principales generadores de aceites usados en la ciudad, son lubricadoras, lavadoras, mecánicas y concesionarios de vehículos en cuanto a aceites lubricantes usados, así como las industrias son las generadoras de aceites hidráulicos y demás tipos de aceite industrial usado. Según el último registro documentado por la empresa pública



ETAPA, para el año 2014 tiene registrados a 1300 establecimientos generadores de aceites usado. Sin embargo, este número tiende a ser mayor, pues por la falta desactualización de esta información, son muchos los locales que no se encuentran registrados.

Debido a la cantidad de establecimientos existentes generadores de aceite usado, se calculó una población muestra en la cual realizar el estudio.

3.3.1 Población y muestra

La empresa pública municipal de telefonía, agua potable, alcantarillado y saneamiento de Cuenca (ETAPA EP), lleva a cabo su programa de recolección de aceites usados, por lo que cuenta con una base de datos de los establecimientos registrados como generadores de estas sustancias. Gracias a la gestión realizada por los profesores investigadores del proyecto “Análisis y definición de estrategias y escenarios para el desarrollo de sistemas de mantenimiento industrial orientado a la eficiencia energética y amigable con el ambiente en la ciudad de Cuenca” de la Universidad de Cuenca, se obtuvo la base de datos correspondiente al año 2014 de establecimientos generadores de aceites usados, a partir de la cual se estableció el universo de estudio.

Como primer paso, se realizó una evaluación de la calidad de información proporcionada en la base de datos. De esta forma, se eliminaron aquellos establecimientos de los cuales no se contaban con información necesaria para la adecuada recolección de información. La información considerada como indispensable para la aplicación de un instrumento de recolección de datos, fue el nombre del establecimiento y dirección exacta del mismo, o en su defecto un número telefónico correcto en el cual se pudiera pedir la dirección del establecimiento.

Posteriormente, se clasificaron los establecimientos según el origen del aceite usado que producen. En una primera categoría los generadores de aceite usado de origen industrial y en una segunda categoría generadores de aceite usado de origen automotriz. Es así como, el universo de estudio para la primera categoría fue de 77 industrias, mientras que para la segunda categoría se identificaron 768 establecimientos.

La cantidad del aceite recolectado al año en cada establecimiento fue una información con la cual no se contaba para las industrias, mientras que sí se disponía con esta información para el 59% de los establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz.

A partir de la premisa antes mencionada, el número de muestras en las cuales aplicar un instrumento de recolección de información para las



industrias se calculó para el universo total. Sin embargo, para obtener el número de muestras en establecimientos que producen aceite usado de origen automotriz, el criterio para el cálculo fue diferente, clasificando las entidades según la cantidad de aceite usado recolectado:

- Los establecimientos en los cuales se recolectó 1000 galones anuales de aceite usado o más, fueron considerados grandes generadores;
- los medianos generadores fueron establecimientos en los cuales se recolectó entre 500 a 999 galones anuales;
- los pequeños generadores fueron aquellos en donde se recolectó entre 1 a 499 galones al año;
- finalmente, la última categoría corresponde a aquellos establecimientos de los cuales se desconoce la cantidad de aceite usado recolectado.

Mediante esta clasificación, se establecieron nuevos universos de estudio para cada categoría, siendo estos 39 establecimientos grandes generadores, 29 medianos generadores, 384 pequeños generadores y 316 establecimientos en los cuales se desconoce la cantidad de aceite usado recolectado. La creación de nuevos universos fue realizada con la intención de obtener un número de muestras para cada categoría y de ésta forma, se puedan analizar los diferentes tipos de generadores según la cantidad de aceite usado recolectado.

Para el cálculo de muestras se utilizó la *Ecuación 1*. (Abascal & Ildefonso, 2005):

$$n = \frac{Nk^2PQ}{e^2(N-1)+k^2PQ} \quad (1)$$

En donde:

n : Número de muestras

N : Número del universo de estudio

e : Error muestral que se desea, siendo éste la diferencia que hay entre el resultado obtenido de la información dada por la muestra con el resultado obtenido de la información dada por el universo de estudio.

P : Representa la prevalencia de la característica de estudio en la población que se estudia.

Q : Representa la proporción de individuos en la población que no poseen la característica evaluada; es decir, $1 - P$

k : Constante que depende del nivel de confianza que se asigne.

El nivel de confianza indica la probabilidad de que los resultados de la investigación realizada sean ciertos o no. El valor de k se obtiene mediante la Tabla 6.



Tabla 6. Cálculo de la constante *k*, a partir del nivel de confianza

K	1.15	1.28	1.44	1.65	1.96	2	2.58
Nivel de confianza	75%	80%	85%	90%	95%	95.5%	99%

Fuente: (Pérez Hernández, 2012)

El número de muestras obtenido para generadores de aceite usado de origen industrial fue de 45 establecimientos.

En cuanto a generadores de aceite usado de origen automotriz, el número de muestras para grandes generadores fue de 31, para medianos generadores fue de 24, para pequeños generadores 108 y para generadores de los cuales no se conoce la cantidad recolectada fue de 102 muestras; en total tenemos 265 muestras para este sector.

3.4 Operacionalización de variables

Una variable es un factor que puede ser manipulado y medido para la interpretación del medio.

Para caracterizar el manejo del aceite usado de origen industrial en la ciudad de Cuenca, las variables usadas son descritas en la Tabla 7.

Tabla 7. Operacionalización de variables

Variable	Definición operacional	Indicador	Preguntas
Destino del aceite usado	Entidad a la que se entrega el aceite usado.	% de aceite usado entregado a una entidad que realiza un manejo adecuado del mismo, con relación al aceite producido por los establecimientos encuestados.	1
Recipiente y lugar de almacenamiento temporal del aceite usado	Características básicas del tanque de almacenamiento	% de establecimientos que cuentan con recipientes adecuados para almacenamiento de aceite usado, con relación al número de establecimientos encuestados.	2-3
		% de establecimientos encuestados que cuentan con recipiente de características adecuadas de almacenamiento	4



Tabla 7.1 Operacionalización de variables...continuación

Variable	Definición operacional	Indicador	Preguntas
Recipiente y lugar de almacenamiento temporal del aceite usado	Características básicas del tanque de almacenamiento.	% de establecimientos encuestados que cuentan con un lugar de almacenamiento adecuado	5
Características de la recolección del aceite usado	Características relacionadas con el registro de la recolección llevada a cabo por un tercero.	% de establecimientos encuestados que realizan un manejo del aceite previo a su almacenamiento	6
		Cantidad de aceite usado por los establecimientos generadores que participaron del estudio. Frecuencia de recolección de aceite usado en los establecimientos generadores encuestados.	7
Origen del aceite usado	Características del origen del aceite usado, dependiendo del aceite virgen original, y vehículo en que fue usado.	% de aceite virgen más usado en establecimientos generadores participantes del estudio, clasificado según formulación.	8
		Promedio de vehículos atendidos en establecimientos generadores encuestados y tipo de vehículos más atendido	9

Elaboración: La Autora

3.5 Instrumento de recolección de datos

La recolección de datos es el proceso de la investigación más crítico, pues de esta operación dependerán los resultados obtenidos. La recolección de datos tiene que ver con la medición u obtención de valores y respuestas para la variable investigada. El instrumento de recolección tiene por objeto crear las condiciones necesarias para la



medición. Los datos obtenidos son conceptos que muestran una representación del mundo real. (Chávez de Paz, 2008)

Para seleccionar una técnica de recolección de datos se debe tener en cuenta criterios que dictan la elección de una metodología adecuada. Dichos criterios tienen que ver con el tipo de estudio, el universo de estudio, tipo de muestra y unidad de análisis.

Para aplicación de cualquier tipo de técnica de recolección de datos, se debe tener en cuenta que la aplicación de la misma se debe llevar a cabo de manera sistemática. En primera instancia es necesaria una planificación de la aplicación del cuestionario; una organización de la implementación de lo planificado anteriormente; por último la ejecución y control de la recolección de datos. (Chávez de Paz, 2008)

3.5.1 Encuesta

La técnica de recolección de datos que mejor se adapta al diseño de investigación y sus objetivos es la encuesta, esto debido a que, al no existir la información requerida, los datos son primarios; es decir, recogidos de primera mano por el investigador.

La encuesta permite registrar realidades que pudieran ser observadas pero en ausencia de realizar un experimento. Por esta razón, la encuesta es un instrumento de recolección descriptivo.

La encuesta está conformada por un cuestionario, es decir, un conjunto de preguntas escritas por el investigador y se aplica directamente a las unidades de análisis.

3.5.2 Validez y confiabilidad del instrumento de recolección de datos

Una de las problemáticas al momento de la recolección de la información es contar con un instrumento que permita recabar información válida y confiable.

Una vez diseñado el cuestionario de una encuesta, es importante conocer si este instrumento nos proporcionará información útil y fidedigna sobre el problema de estudio. Es por esta razón que las consideraciones que se deben tomar para evaluar un cuestionario son: validez, confiabilidad y utilidad práctica.

3.5.3 Validez

La validez de un cuestionario refleja la fidelidad con la que corresponde la población con el atributo que se va a medir. Es decir, la validez se refiere a que la encuesta aplicada mida lo que tiene que medir.

Diferentes tipos de validez pueden ser evaluados en un cuestionario, estas son: validez de contenido, validez de constructo y validez de criterio (García de Yébenes Prous, Rodríguez Salvanés, & Carmona Ortells, 2009).



En el presente estudio, se analizó la validez del contenido. Esta se refiere al grado en el que la encuesta expresa un dominio del contenido de lo que se quiere medir. La validez del contenido se expresa cualitativamente, en este contexto, es una cuestión de juicio, estimándose de manera subjetiva. Para valorar esto se usa el método *Juicio de Expertos*. (Corral, 2009)

3.5.3.1 Confiabilidad

Se refiere al grado en que su aplicación repetida a la misma muestra, sujeto u objeto va a generar resultados iguales. Es decir, la confiabilidad mide la consistencia del instrumento para la medición.

Se espera que los resultados obtenidos en una determinada ocasión, bajo circunstancias dadas, deben ser reproducibles. Esta exactitud del instrumento de medición viene dada por la confiabilidad del mismo. (Prado, Rodas, & Reyes, 2008)

Para establecer estadísticamente la confiabilidad, se usa el método de correlación. Este método se define como el grado de relación entre variables, obteniéndose un promedio que se denomina confiabilidad. (Prado et al., 2008)

3.5.3.1.1 Métodos para obtener la confiabilidad

- Medida de estabilidad Test-re test: Este método consiste en la una aplicación repetida del instrumento elegido al mismo sujeto, habiendo transcurrido un período de tiempo de no más de seis meses. Los puntajes obtenidos en las dos aplicaciones serán correlacionados para obtener el coeficiente de estabilidad temporal. (Razavieh, 2002)
- Método de formas alternativas o paralelas: Se administran 2 o más versiones del instrumento de medición para correlacionar los resultados.
- Método de mitades partidas: A partir de una sola aplicación, se dividen en dos mitades y se comparan las puntuaciones. (Prado et al., 2008)
- Confiabilidad como consistencia interna o alfa de Crombach: La consistencia interna es el grado común que tiene todos los ítems. El Alfa de Crombach es usado para evaluar la magnitud en que los ítems del cuestionario están correlacionados. (Pinos, Salamea, & Santillán, 2008) Este coeficiente se usa cuando el cuestionario tiene respuestas policotómicas, como la escala de Lickert. El resultado obtenido entrega valores entre 0 y 1, donde 0 es confiabilidad nula y 1 confiabilidad total.



3.6 Validación de la encuesta

Para la presente investigación, una vez diseñados los primeros cuestionarios, tanto el que se aplicaría al sector industrial como a generadores de aceite de origen automotriz, éstos se sometieron a una validación y corrección para su posterior aplicación a la muestra de estudio seleccionada.

Para revisar los primeros cuestionarios planteados, revisar el *Anexo 1*.

La evaluación de la validez fue realizada con el método *Juicio de Expertos*. Para una evaluación ecuaníme, se deben establecer criterios de evaluación de cada ítem, como: claridad en la redacción, coherencia interna, inducción a la respuesta (sesgo), lenguaje adecuado con el nivel del informante y si el ítem mide lo requerido. Como aspectos generales se evalúa si el instrumento contiene instrucciones claras para responder el cuestionario, si los ítems siguen un orden lógico y secuencial y si el número de ítems es suficiente para recoger la información. Se contó con la colaboración de profesores de la Facultad de Ciencias Químicas con experiencia en investigación y vinculados al proyecto “Análisis y definición de estrategias y escenarios para el desarrollo de sistemas de mantenimiento industrial orientado a la eficiencia energética y amigable con el ambiente en la ciudad de Cuenca”, quienes analizaron los aspectos mencionados y aportaron en la realización del cuestionario.

La confiabilidad fue evaluada mediante el cálculo del índice de alfa de Cronbach.

Para el cálculo del alfa de Cronbach se empleó la *Ecuación 2*:

$$\alpha = \left[\frac{K}{K-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^K S_i^2}{S_i^2} \right] \quad (2)$$

Donde:

$\sum_{i=1}^K S_i^2$ es la suma de varianzas de cada ítem

S_i^2 es la varianza total de filas

K es el número de preguntas o ítems

Los criterios establecidos para evaluar el coeficiente de Alpha de Cronbach se muestran en la Tabla 8.



Tabla 8. Criterios de análisis del coeficiente Alpha de Cronbach

Valores	Interpretación
< 0.01	No es confiable
0.01 a 0.49	Baja confiabilidad
0.50 a 0.75	Moderada confiabilidad
0.76 a 0.89	Fuerte Confiabilidad
0.90 a 1.00	Alta confiabilidad

Fuente: (Prado et al., 2008)

Los valores aceptados son los que se muestran en el rango de “Fuerte confiabilidad”, debido a que valores por debajo de 0.76 muestran consistencia interna baja; mientras que por encima de este rango se considera que hay redundancia o duplicación. (Santacruz, Pillcorema, & Vásquez, 2009)

3.7 Tratamiento de datos

Luego de la recopilación de datos, se ingresó los resultados en una base de datos en la herramienta de análisis de datos Excel.

El análisis de estadística descriptiva se realizó con la interfaz RStudio 0.99.903 y con la aplicación Excel mediante su complemento Real Statistics 4.12.1.

La información geográfica y mapas presentados se realizaron mediante el software ArcGIS 10.1



4. CAPÍTULO IV

Resultados

Las encuestas fueron aplicadas a dos grupos generadores de aceite: aquellos que realizan mantenimiento o cambio de aceite a automotores, y los establecimientos industriales que usan algún tipo de aceite derivados de hidrocarburos.

El modelo de encuesta aplicada para establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz, se muestra en el Anexo 1; la encuesta aplicada para generadores de aceite usado de origen industrial se puede consultar en el Anexo 2.

4.1 Caracterización del manejo de aceites de desecho de automóviles y de origen industrial en la ciudad de Cuenca

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos en cuanto al manejo que tiene el aceite usado en la ciudad de Cuenca. Sin embargo, los resultados obtenidos en cuanto al aceite usado de origen industrial no son estadísticamente representativos, debido a que no se contó con la colaboración del sector industrial para recopilar información necesaria para este estudio, por lo que los resultados no son generalizables para la ciudad de Cuenca y no se puede realizar una comparación con el sector automotriz. A pesar de esto, se presenta a continuación la información recopilada.

4.1.1 Destino del aceite usado

El tratamiento adecuado dado a los aceites usados empieza con una apropiada recolección de estos desechos.

PREGUNTA 1

¿A quién entrega el aceite recolectado en su establecimiento?

ETAPA Particulares (Indique) _____ Otro (Indique) _____

En la ciudad de Cuenca, los aceites usados de origen automotriz son recolectados en un 91.7% por la empresa pública ETAPA, la cual lleva a cabo el Programa de Recolección y Disposición de Aceites Usados; un 6% por recolectores particulares quienes destinan el aceite usado a tratamientos y usos diversos; y, finalmente el 2.3% del aceite usado tiene otros destinos. (Figura 4).

Del 2.3% de establecimientos generadores de aceite usado automotriz que destinan de manera diferente el aceite usado, el 80% de estas entidades reutilizan el aceite usado como lubricante de ciertas piezas de

maquinarias o como cera para el tratamiento de madera, mientras que el 20% desechan esta sustancia al alcantarillado público. (Figura 5)

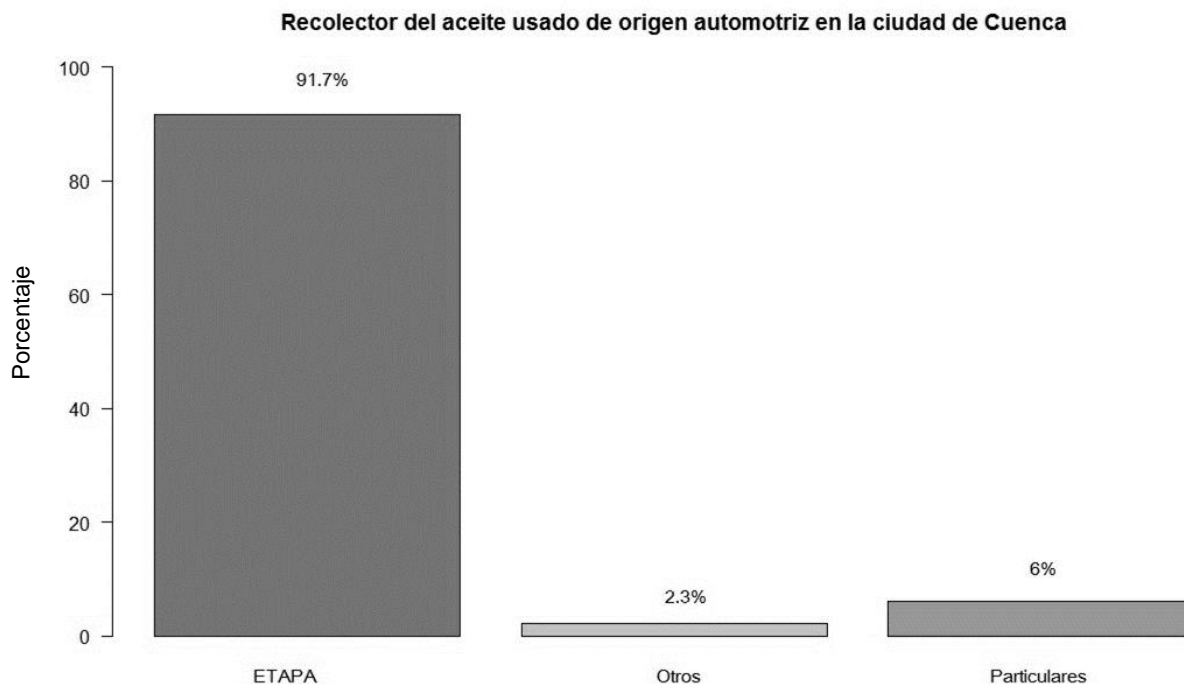


Figura 4. Recolector del aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.

Elaboración: La autora.

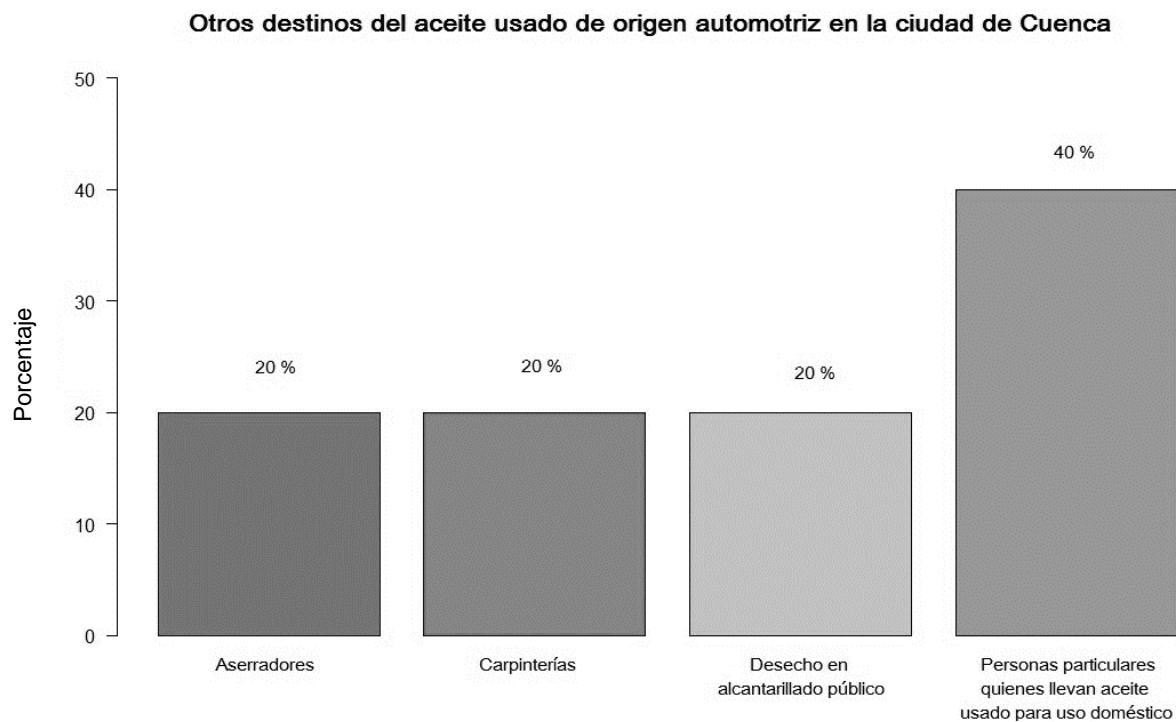


Figura 5. Otros destinos del aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.

Elaboración: La autora.



Los resultados obtenidos para el sector industrial muestran que el 42.9% de establecimientos encuestados envían el aceite usado a ETAPA, recolectores particulares se llevan el 14.2% de aceite usado y el 42.9% tiene otro destino. (Figura 6).

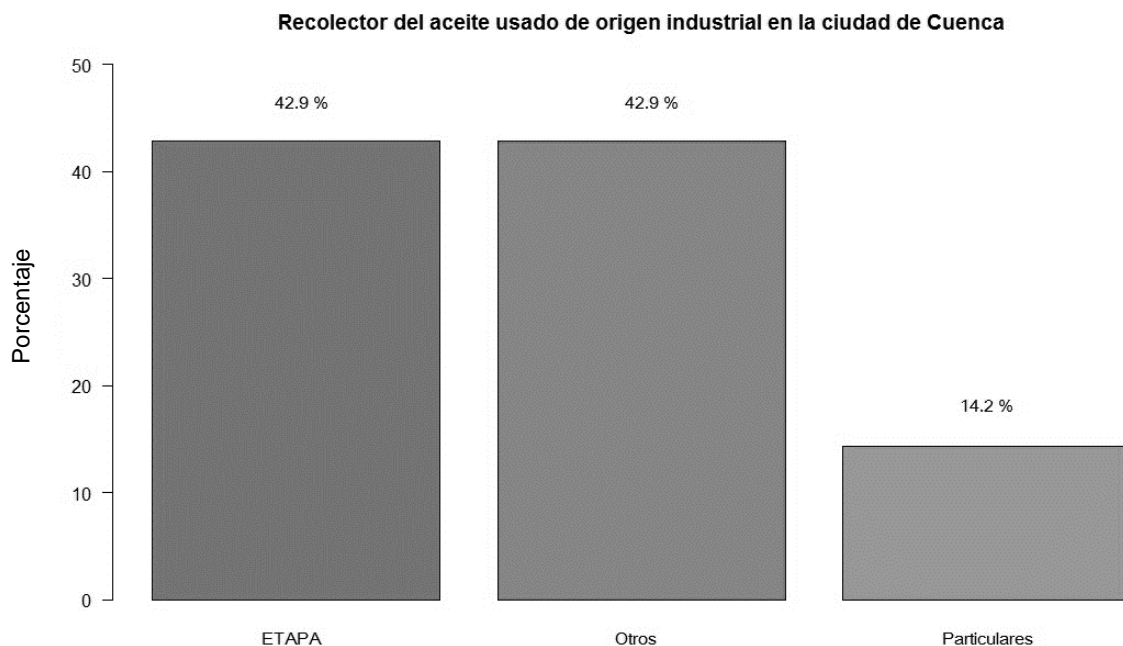


Figura 6. Recolector del aceite usado de origen industrial en establecimientos encuestados en la ciudad de Cuenca. Elaboración: La autora.

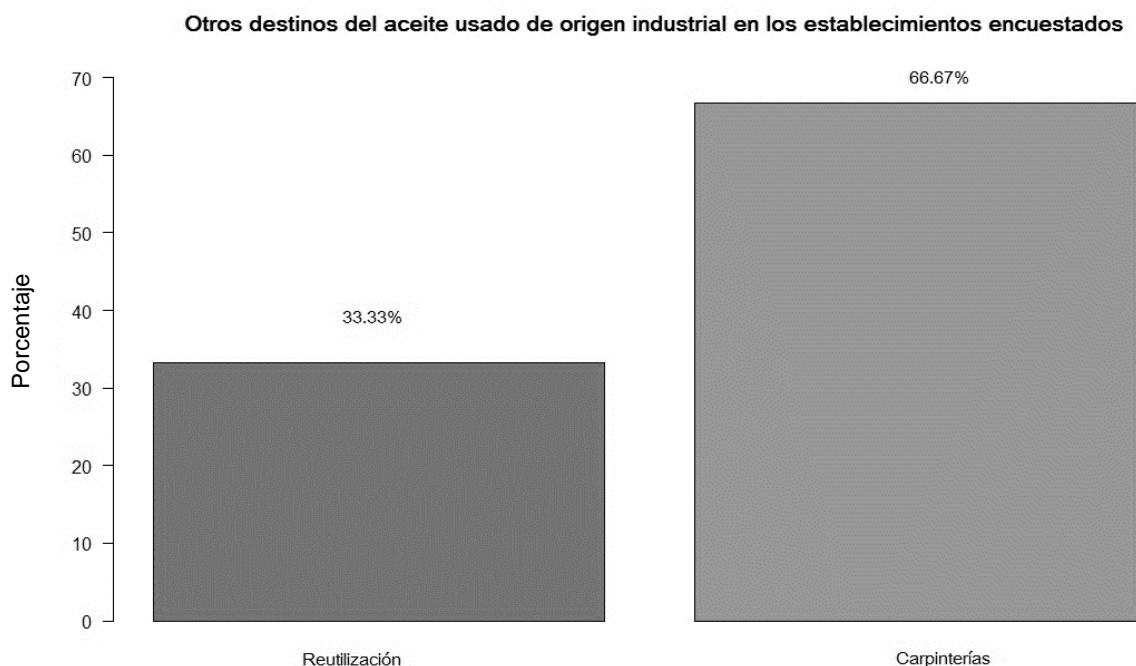


Figura 7. Otros destinos del aceite usado de origen industrial en establecimientos encuestados en la ciudad de Cuenca. Elaboración: La autora.



Del 42.9% de establecimientos industriales que dan un diferente destino al aceite usado, el 33.33% de ellos lo reutilizan, más específicamente, este aceite se usa como desmoldante en el proceso de fabricación de cerámicos y como lubricante en un sistema de piñonería abierta. El 66.67% adicional, entregan el aceite usado a carpinterías quienes lo usan en el tratamiento de la madera, es importante mencionar que la cantidad del aceite generado es muy baja. (Figura 7)

4.1.2 Recipiente y lugar de almacenamiento temporal del aceite usado

A continuación, se presentan las características de los recipientes o tanques utilizados para el almacenamiento temporal del aceite usado dentro de los establecimientos generadores.

PREGUNTA 2

Dispone de recipientes (tanques) para separar aceites de grasas, waipes, filtros, etc.

Sí No

Lo primero a evaluar es si los establecimientos cuentan con recipientes (tanques) para separar los aceites usados de grasas, waipes, filtros, etc. En el caso de establecimientos que generan aceite usado de origen automotriz, el 95.1% sí cuentan con estos recipientes, mientras que el 4.9% no dispone de los mismos. (Figura 8).

Establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz que disponen de recipientes (tanques) para separar aceites de grasas, waipes, filtros, etc

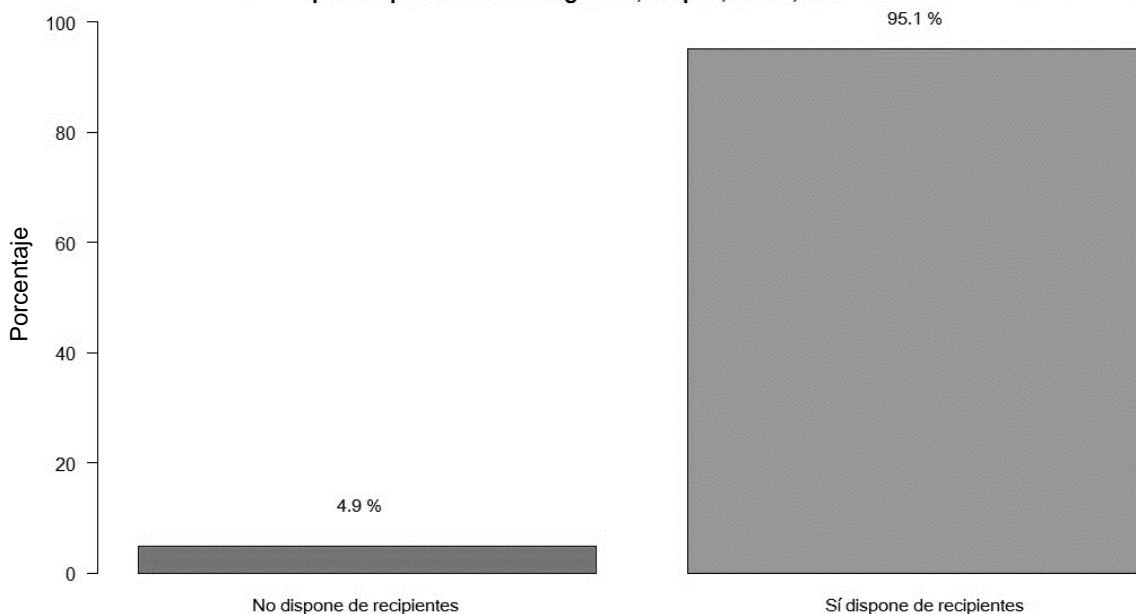


Figura 8. Establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz que cuentan con recipientes para separar aceites de grasas, waipes, filtros, etc. en la ciudad de Cuenca.

Elaboración: La autora.



Para el caso de las industrias encuestadas, el 85.7% cuentan con recipientes para separar aceites de grasas, waipes, filtros, etc., y el 14.3% no cuentan con los mismos. (Figura 9).

Establecimientos generadores de aceite usado de origen industrial que disponen de recipientes (tanques) para separar aceites de grasas, waipes, filtros, etc

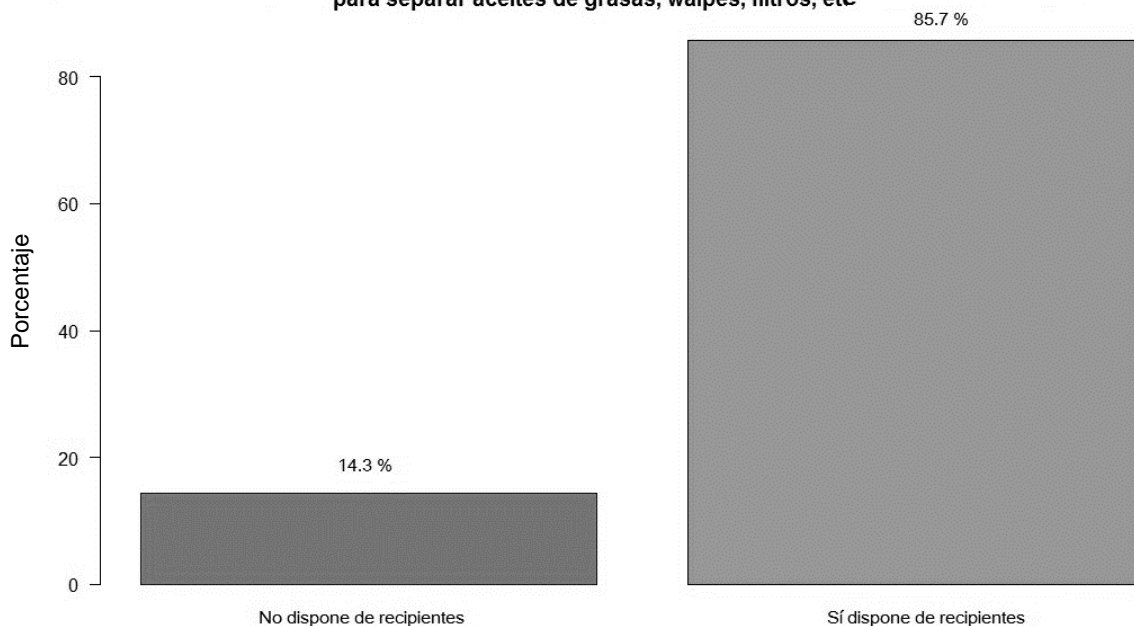


Figura 9. Establecimientos encuestados generadores de aceite usado de origen industrial que cuentan con recipientes para separar aceites de grasas, waipes, filtros, etc. en la ciudad de Cuenca.

Elaboración: La autora.

PREGUNTA 3

¿Los tanques se encuentran debidamente identificados y señalados?

Sí No

Otro aspecto a evaluar fue la identificación adecuada en los recipientes destinados a separar aceites de grasas, filtros, waipes, etc. Solamente el 53.97% de los establecimientos generadores de aceite de origen automotriz en Cuenca cuentan con recipientes correctamente identificados. (Figura 10).

En los establecimientos encuestados que son generadores de aceite usado de origen industrial el 85.7% sí cuentan con recipientes adecuadamente identificados para asegurar una correcta separación. (Figura 11).

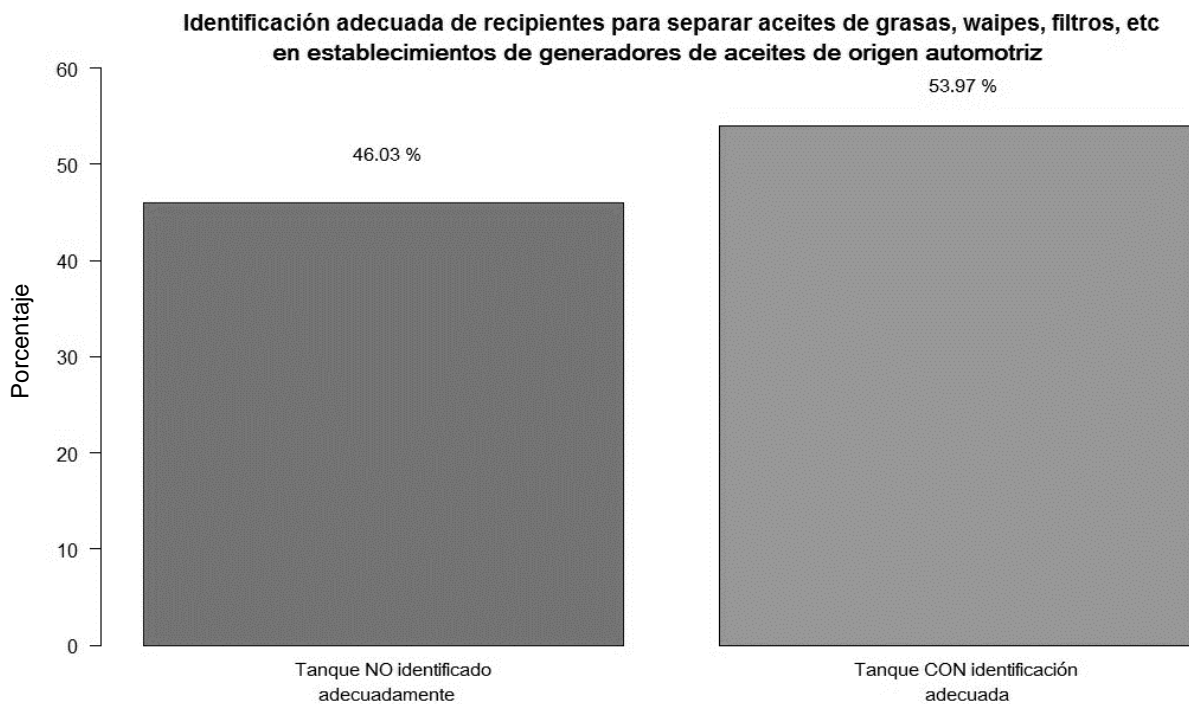


Figura 10. Establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz que cuentan con recipientes con identificación adecuada para separar aceites de grasas, waipes, filtros, etc. en la ciudad de Cuenca.

Elaboración: La autora.

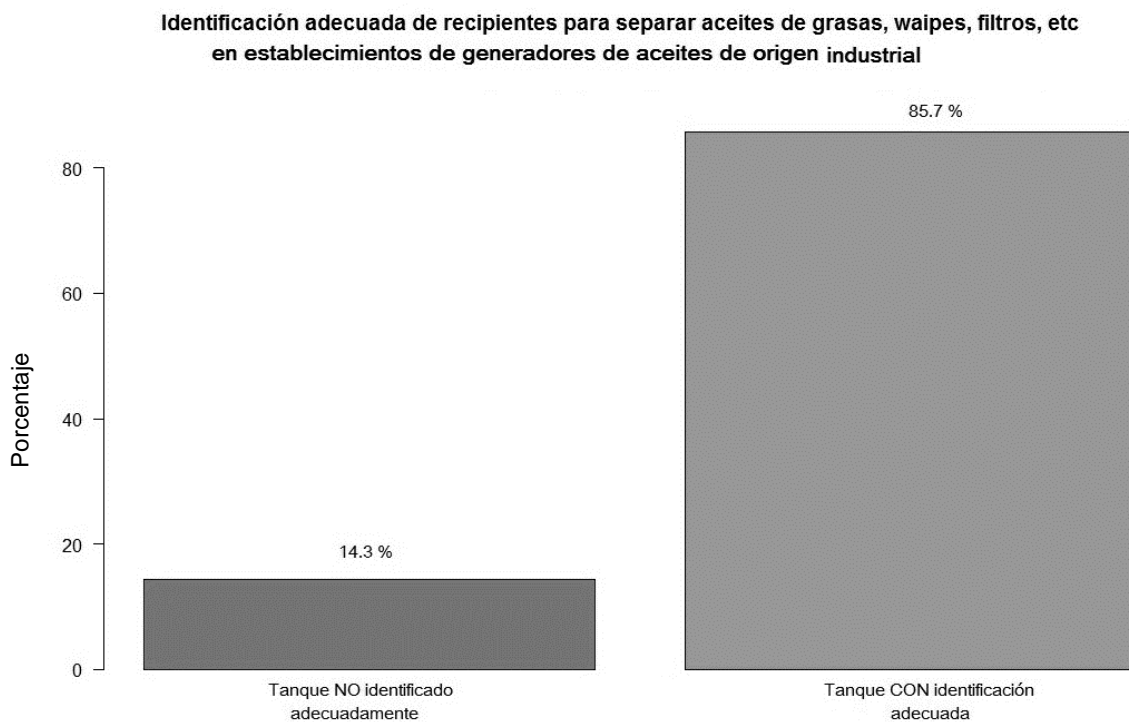


Figura 11. Establecimientos encuestados generadores de aceite usado de origen industrial que cuentan con recipientes con identificación adecuada para separar aceites de grasas, waipes, filtros, etc. en la ciudad de Cuenca.

Elaboración: La autora.



Las características del recipiente de almacenamiento influyen en el desgaste o contaminación extra que sufre el aceite usado, por lo cual este parámetro fue analizado.

PREGUNTA 4

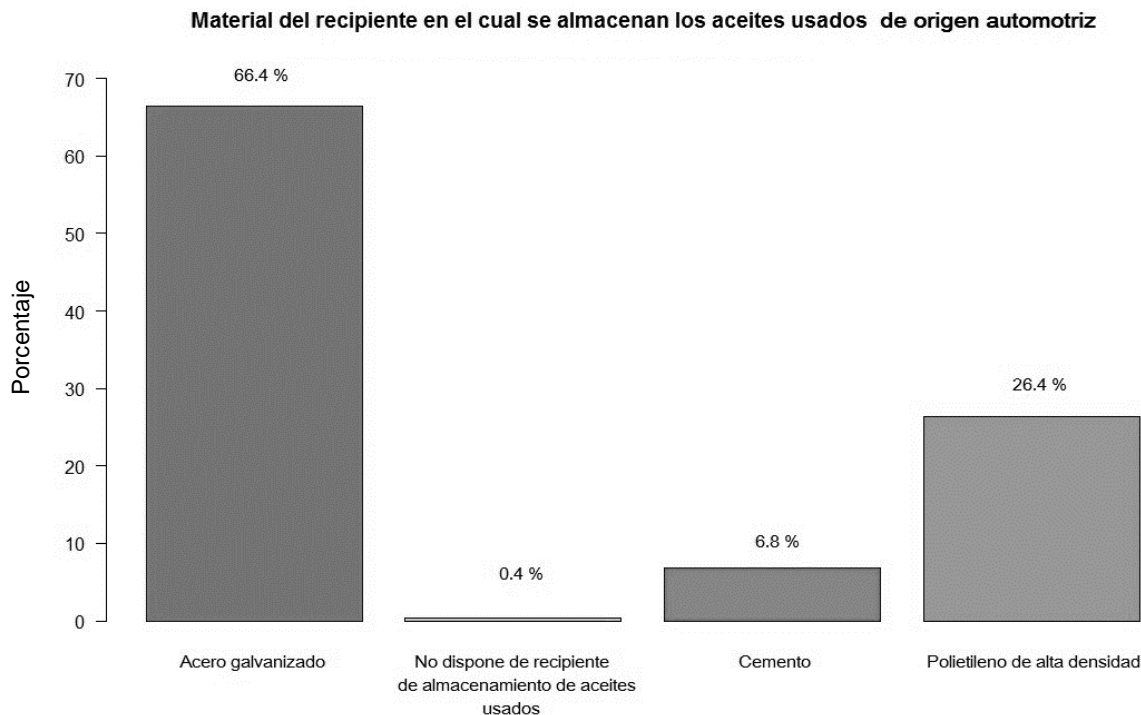
Escoja las características del tipo de recipiente en el cual almacena los aceites usados (en cada literal escoja solo una alternativa).

- a) Acero galvanizado Polietileno de alta densidad Otro ____
- b) Cerrado Al aire libre
- c) Con filtro Sin filtro
- d) Con mecanismo Sin mecanismo
de trasvasado de trasvasado
- e) Superficial Subterráneo

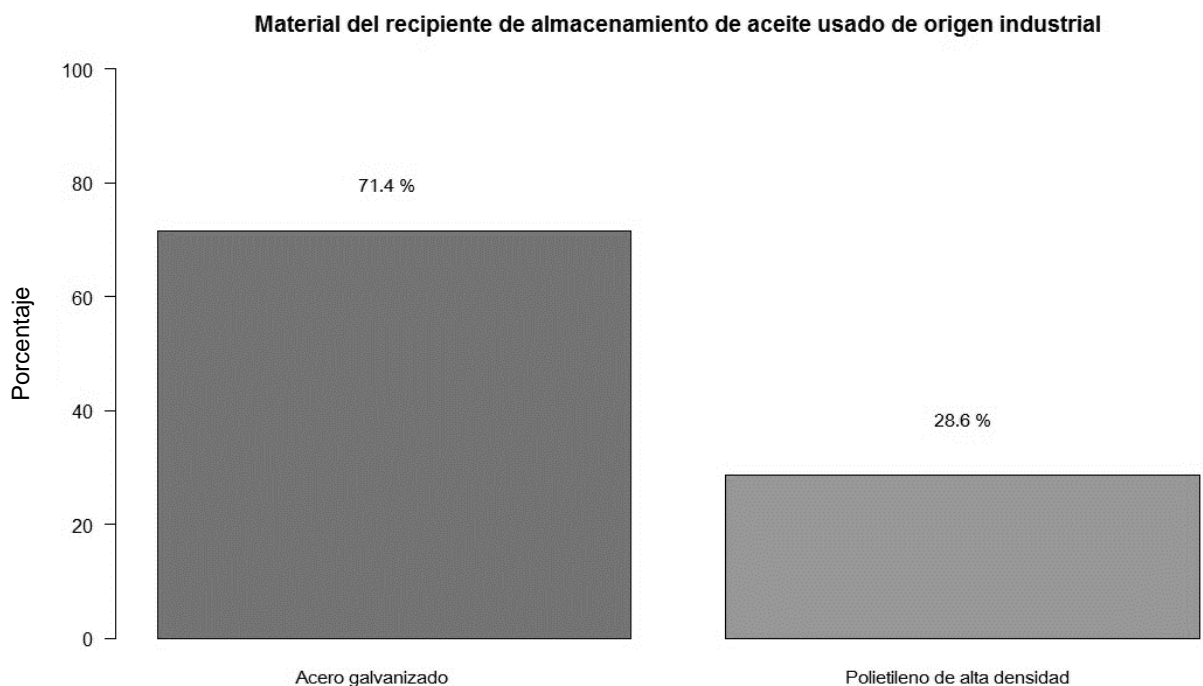
En cuanto al material del tanque de almacenamiento, para los establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz, el 66.4% de los recipientes son de acero galvanizado, el 26.4% de establecimientos usan tanques de polietileno de alta densidad, el 6.8% de establecimientos han construido tanques de cemento, y el 0.4% de establecimientos no dispone de recipiente alguno para almacenaje temporal de aceite usado. (Figura 12). Mientras que en los establecimientos generadores de aceite usado de origen industrial, los resultados muestran que el 71.4% generadores tienen recipientes de acero galvanizado, mientras que el 28.6% tienen tanques de polietileno de alta densidad. (Figura 13).

El cierre del recipiente de almacenamiento es necesario para impedir que agua se mezcle con el aceite usado. En el caso de los establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz, el 17.4% mantienen los recipientes al aire libre, mientras el 82.6% tienen un recipiente con tapa, es decir, cerrado. (Figura 14).

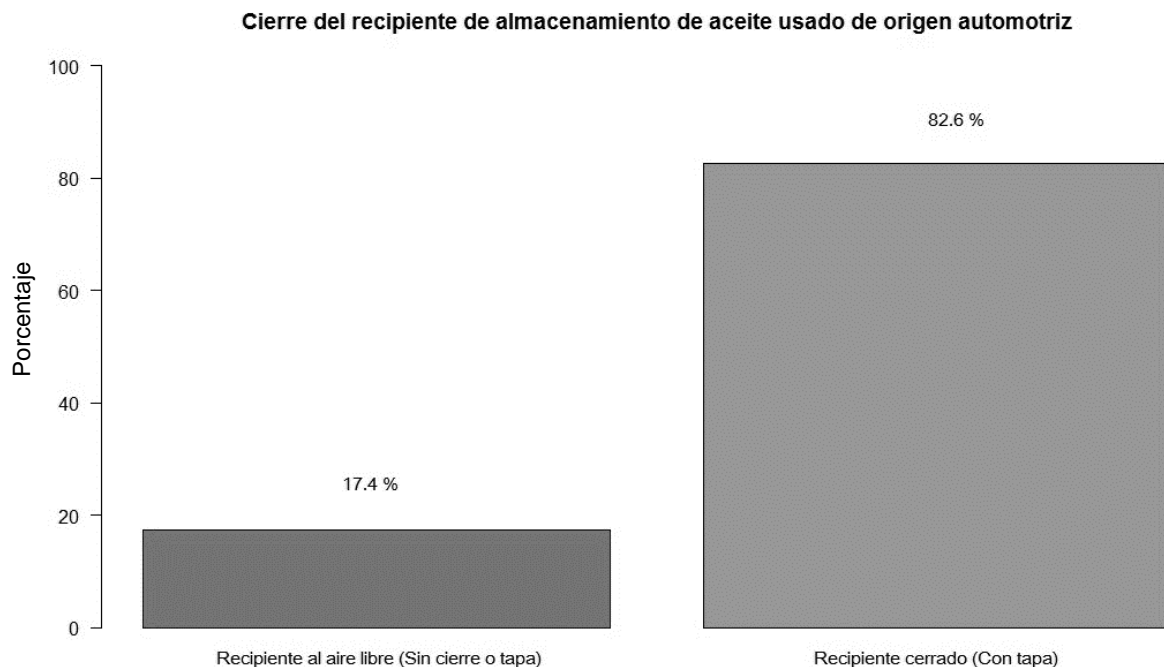
En cuanto a los establecimientos encuestados generadores de aceite usado de origen industrial, el 71.4% posee recipientes con cierre o tapa, mientras que el restante 28.6% mantiene los recipientes al aire libre. (Figura 15).



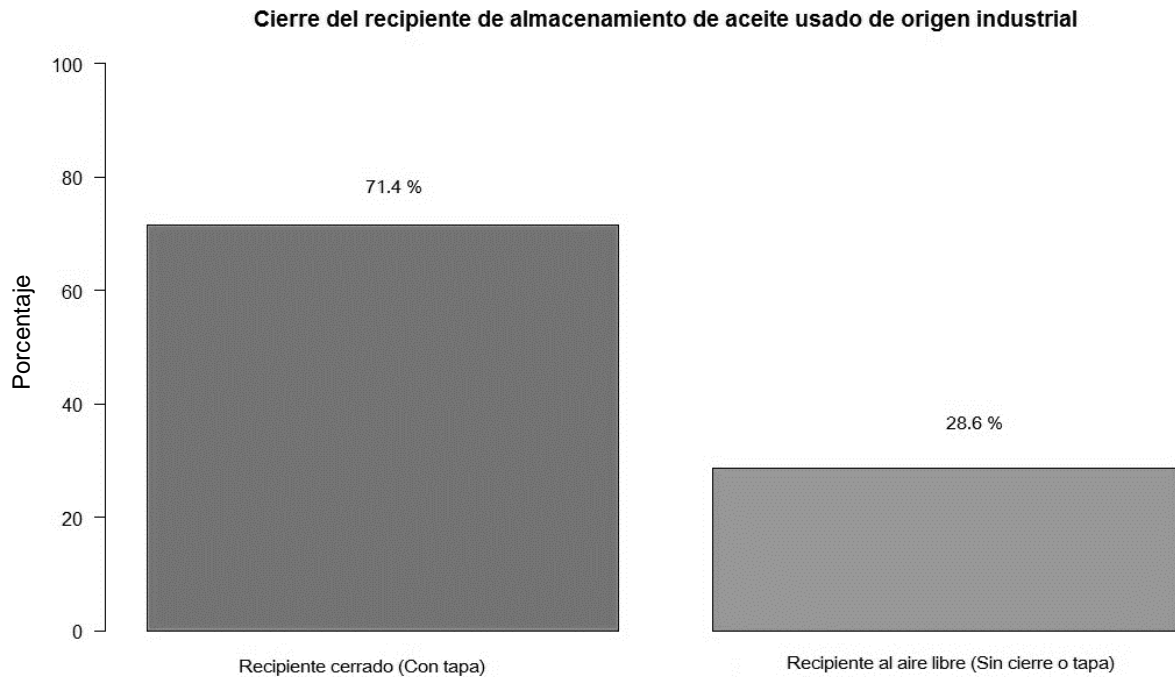
*Figura 12. Material del recipiente en el cual se almacenan los aceites usados de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.
Elaboración: La autora.*



*Figura 13. Material del recipiente en el cual se almacenan los aceites usados de origen industrial en establecimientos encuestados.
Elaboración: La autora.*



*Figura 14. Cierre del recipiente en el cual se almacenan los aceites usados de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.
Elaboración: La autora.*



*Figura 15. Cierre del recipiente en el cual se almacenan los aceites usados de origen industrial en establecimientos encuestados.
Elaboración: La autora.*



Algunos de los recipientes para almacenaje temporal de aceite usado cuentan con un mecanismo de filtración, que separa grandes partículas o elementos que se han mezclado con el aceite, como waipes, piezas metálicas, etc.

El 20% de recipientes que almacenan aceite usado de origen automotriz poseen filtro, mientras que el 80% restante no lo posee. (Figura 16). En el caso de las industrias encuestadas, el 28.6% de establecimientos poseen recipientes con filtro, mientras el 71.4% tiene recipientes sin filtro. (Figura 17).

De igual manera, existen mecanismos de trasvasado del aceite mediante mangueras, lo que garantiza que esta operación se realice de manera más segura. En cuanto a este aspecto, solo el 20.8% de establecimientos generadores de aceite usado automotriz cuentan con este mecanismo. (Figura 18). Mientras el 14.3% de industrias encuestadas tienen un mecanismo de trasvasado. (Figura 19).

Con respecto a la ubicación del recipiente de almacenamiento, esta puede ser superficial o subterránea. Es importante recalcar que la estadística mostró que todos los tanques de almacenamiento de cemento son construidos de forma subterránea.

En establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz, el 98.1% cuenta con tanques superficiales. En el caso de las industrias, el total (100%) de establecimientos encuestados tienen recipientes superficiales. (Figura 20).

Mecanismo de filtrado en el recipiente de almacenamiento de aceite usado de origen automotriz

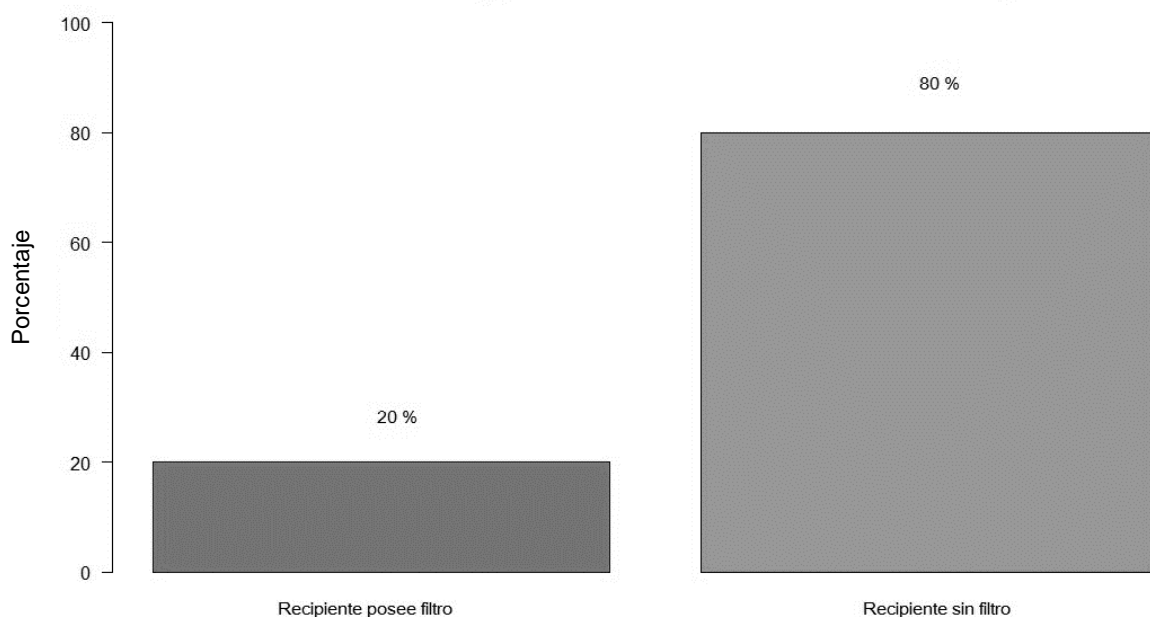
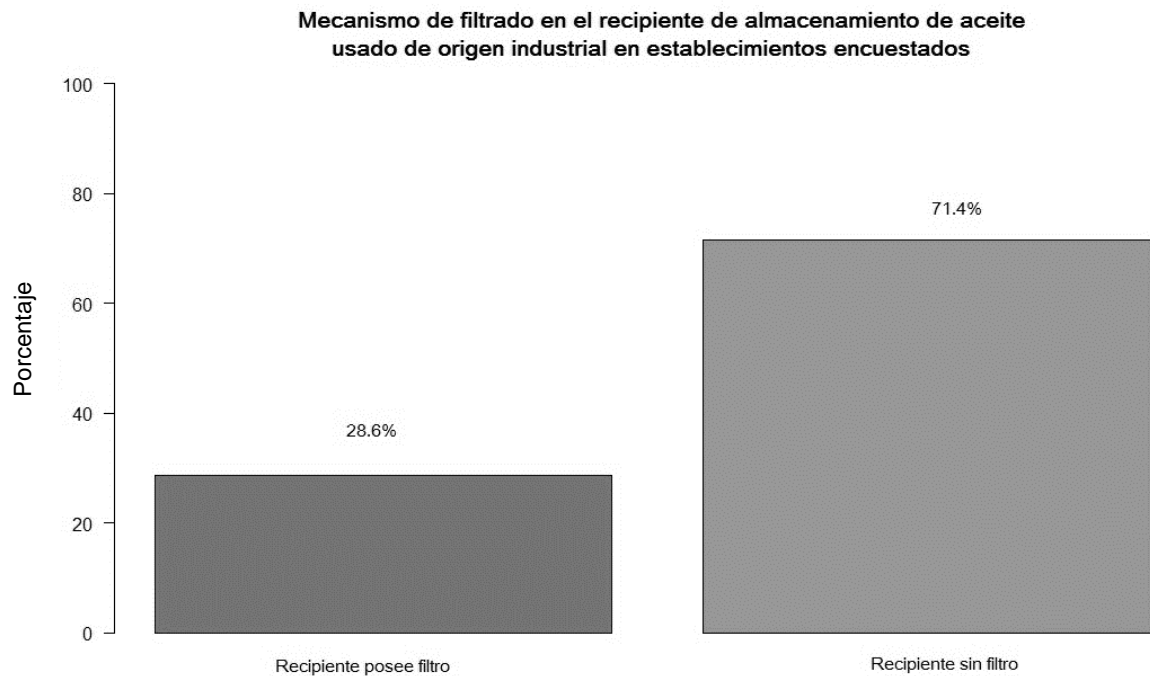
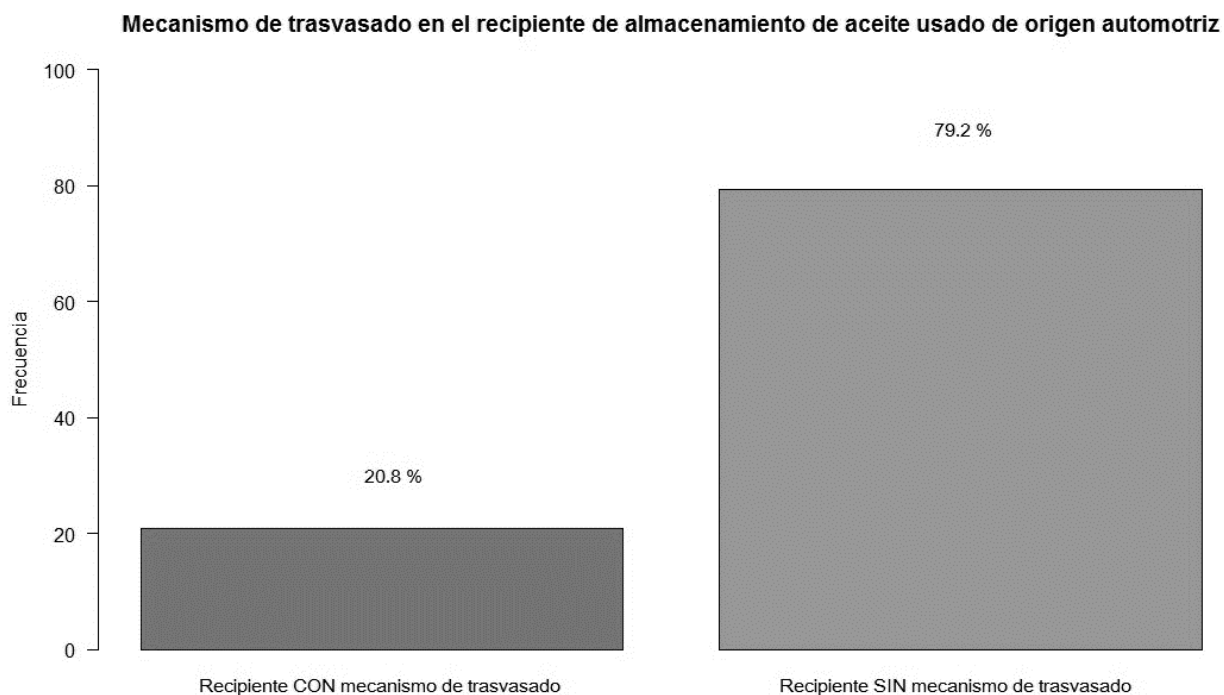


Figura 16. Mecanismo de filtrado del recipiente en el cual se almacenan los aceites usados de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.

Elaboración: La autora.



*Figura 17. Mecanismo de filtrado del recipiente en el cual se almacenan los aceites usados de origen industrial en establecimientos encuestados en la ciudad de Cuenca.
Elaboración: La autora.*



*Figura 18. Mecanismo de trasvasado en establecimientos generadores de aceites usados de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.
Elaboración: La autora.*

Mecanismo de trasvasado en el recipiente de almacenamiento de aceite usado de origen industrial en los establecimientos encuestados en la ciudad de Cuenca

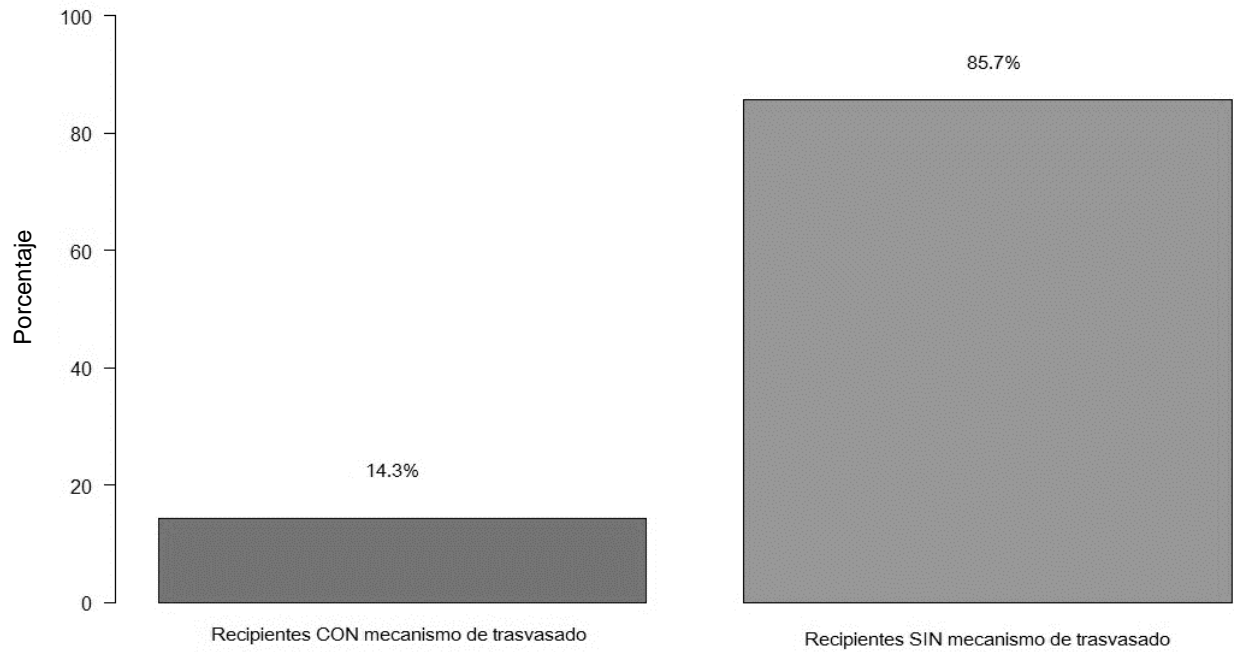


Figura 19. Mecanismo de trasvasado en establecimientos encuestados generadores de aceites usados de origen industrial la ciudad de Cuenca. Elaboración: La autora.

Ubicación del recipiente de almacenamiento de aceite usado de origen automotriz

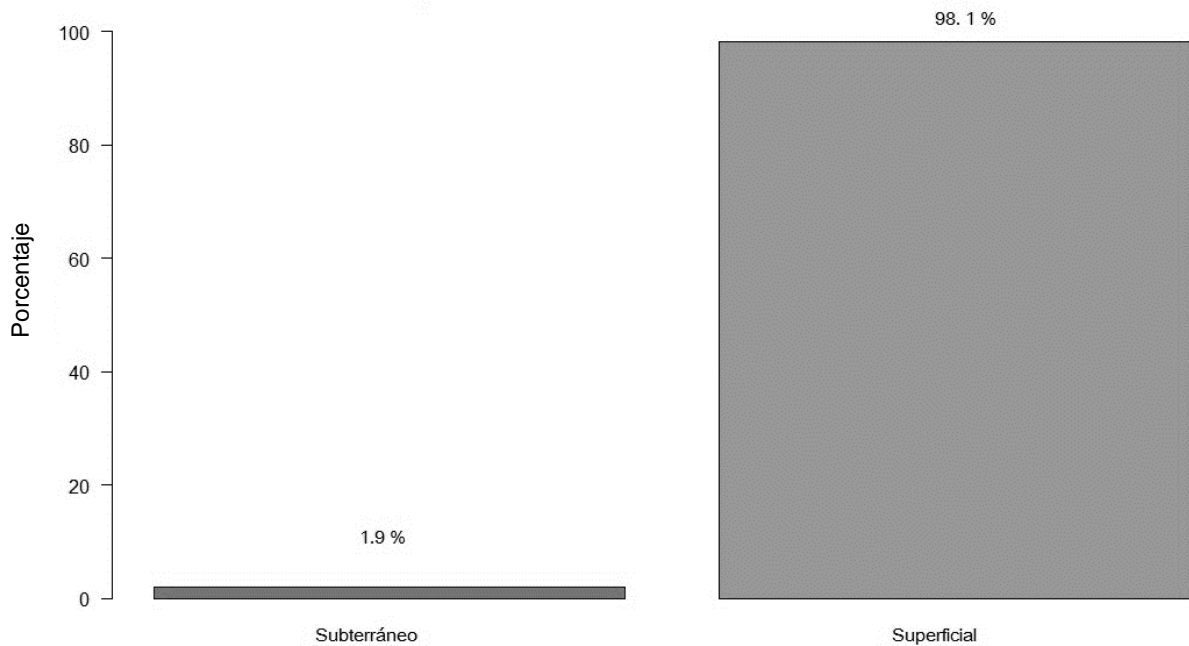


Figura 20. Ubicación del recipiente de almacenamiento de aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca. Elaboración: La autora.



PREGUNTA 5

Escoja la descripción que corresponda al lugar en el cual se encuentra el recipiente de almacenamiento de los aceites usados (en cada nivel escoja solo una alternativa).

- a) Con cubierta Sin cubierta
b) Con cierre perimetral Sin cierre perimetral

Un aspecto importante a evaluar es el lugar donde se encuentra el recipiente de almacenamiento de aceite usado dentro de los centros generadores. El tanque debe estar protegido del clima y en un espacio específicamente asignado para el almacenamiento de este compuesto.

Los establecimientos que tienen un recipiente bajo cubierta (techo), son el 78.9% de generadores de aceite usado de origen automotriz (Figura 21), mientras el 85.7% de industrias encuestadas poseen una cubierta para proteger el recipiente (Figura 22).

Solamente el 26.4% de establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz cuentan con un lugar delimitado específicamente para almacenamiento de este compuesto (Figura 23). Mientras el 71.4% de industrias encuestadas sí cuentan con un cierre perimetral para el lugar de almacenamiento de aceite usado (Figura 24).

Cubierta del lugar en donde se encuentra el recipiente de almacenamiento de aceite usado de origen automotriz

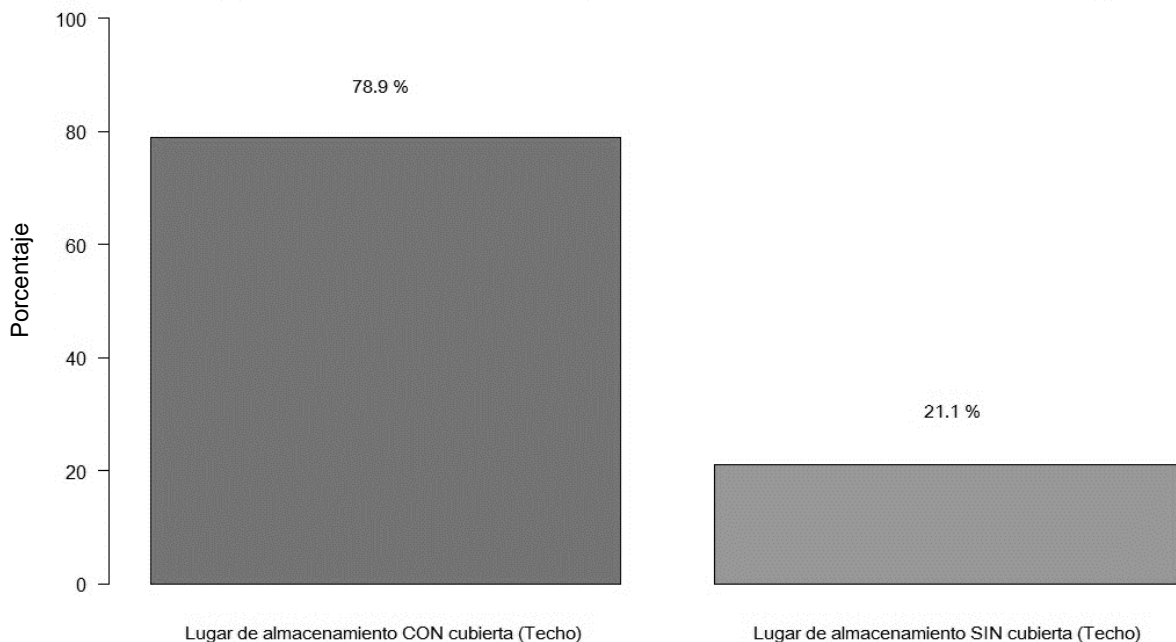


Figura 21. Cubierta del lugar en donde se encuentra el recipiente de almacenamiento de aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca. Elaboración: La autora.

Cubierta del lugar en donde se encuentra el recipiente de almacenamiento de aceite usado de origen industrial

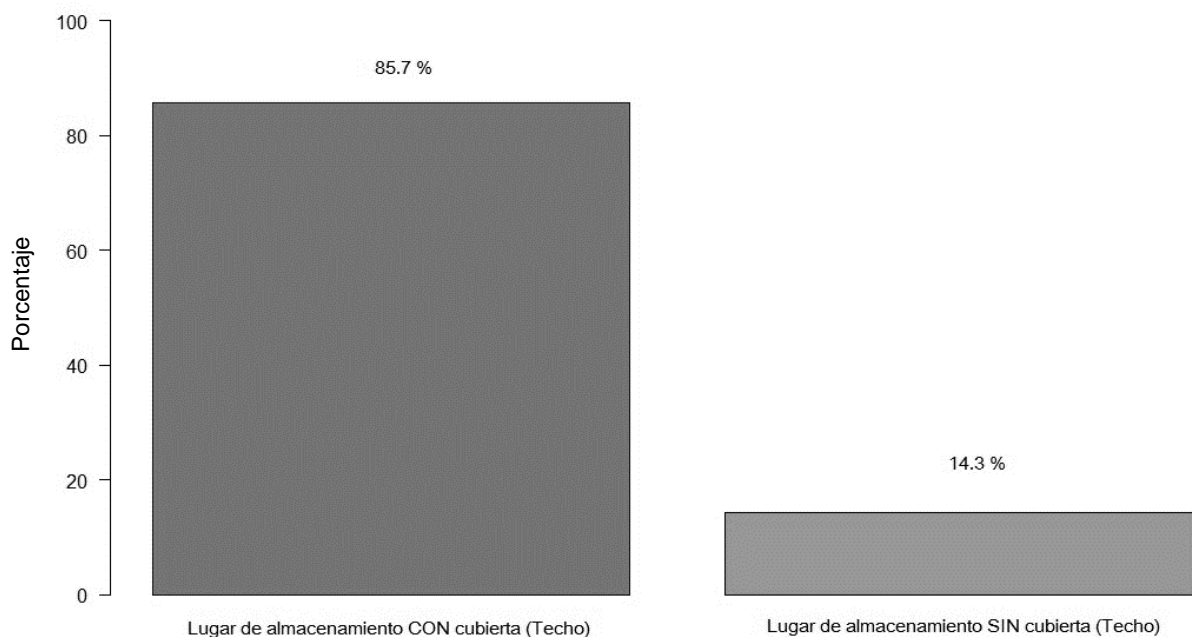


Figura 22. Cubierta del lugar en donde se encuentra el recipiente de almacenamiento de aceite usado de origen industrial en establecimientos encuestados en la ciudad de Cuenca.

Elaboración: La autora.

Cierre perimetral del lugar en donde se encuentra el recipiente de almacenamiento de aceite usado de origen automotriz

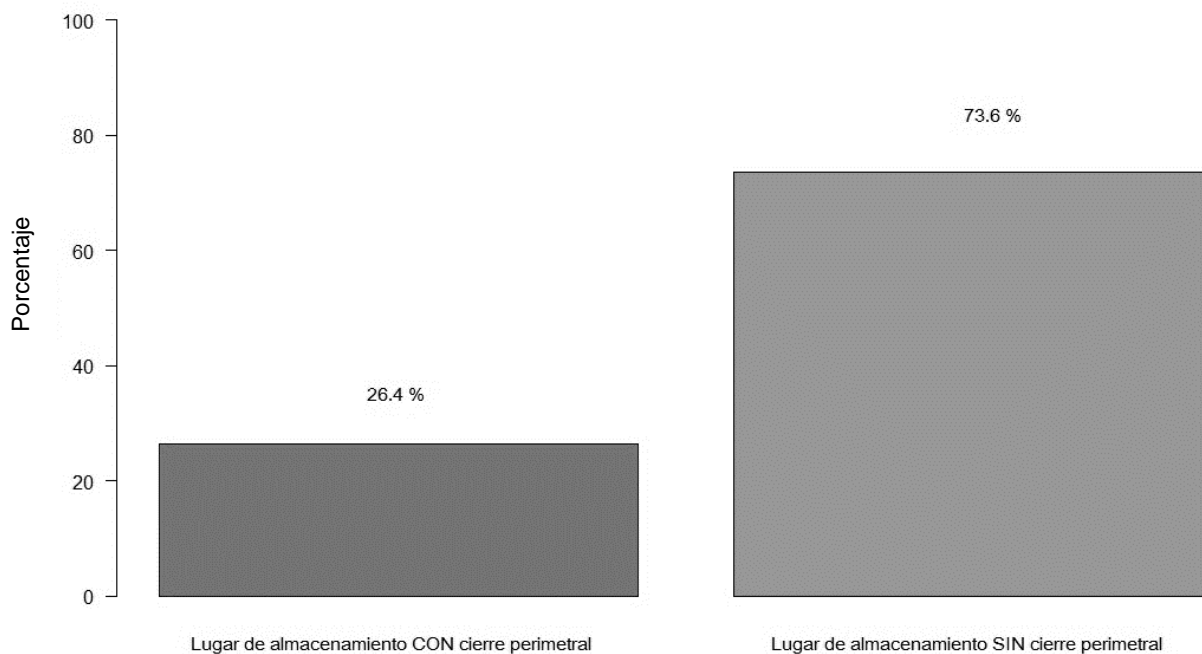


Figura 23. Cierre perimetral del lugar de almacenamiento de aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.

Elaboración: La autora.

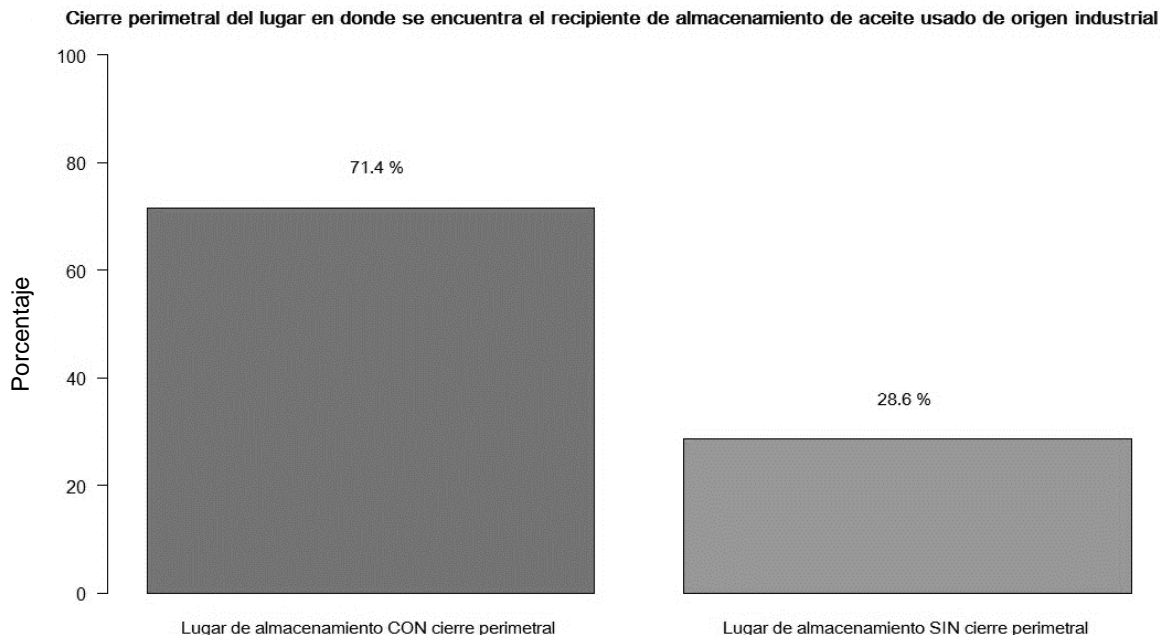


Figura 24. Cierre perimetral del lugar de almacenamiento de aceite usado de origen industrial en establecimientos encuestados en la ciudad de Cuenca.
Elaboración: La autora.

4.1.3 Características de la recolección del aceite usado

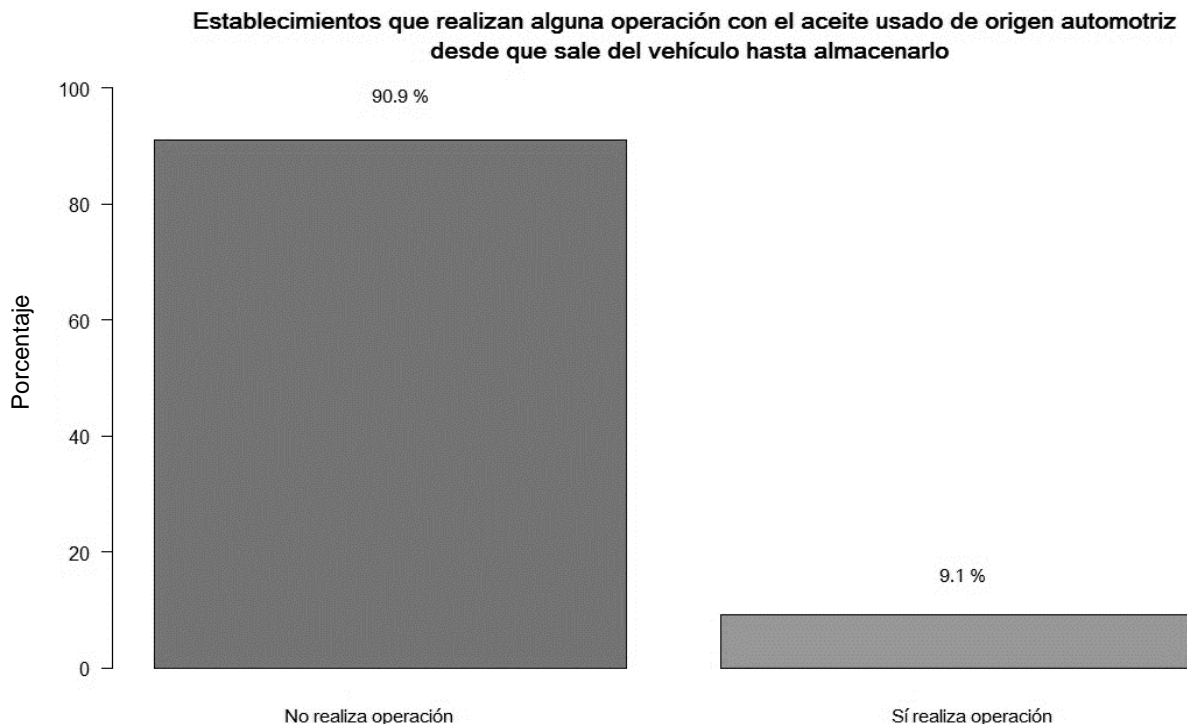
En cuanto a la recolección adecuada del aceite, el primer aspecto evaluado fue si se realiza algún tipo de operación con el aceite usado generado, esta operación puede incluir desde una filtración hasta la combustión del aceite.

PREGUNTA 6

¿Realiza algún tipo de operación en el aceite usado desde que sale del vehículo hasta almacenarlo?

Sí ¿cuál? _____ No

En el caso de establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz, el 90.9% de los mismos, no realizan ninguna operación. Contrariamente, el 9.1% sí realizan alguna operación (Figura 25).



*Figura 25. Establecimientos que realizan alguna operación con el aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.
Elaboración: La autora.*

Del 9.1% de establecimientos que mencionaron realizar alguna operación, el 7.14% almacenan previamente el aceite en contenedores de plástico (baldes), para al final de la jornada depositar el contenido de los mismos en los recipientes destinados a almacenamiento de aceite usado. El 28.6% realiza una filtración mediante una rejilla previo a almacenar el aceite usado. El 7.14% de establecimientos mezclan el aceite usado obtenido del cambio de aceite a automóviles con líquido refrigerante proveniente de otras labores de mantenimiento a maquinaria, en este caso, el resultado final de la mezcla sigue considerándose aceite usado. El 42.9% de establecimientos reutiliza parte del aceite usado total generado como lubricante de cadenas o como aceite para motosierras. Por último, el 14.22% de los establecimientos mencionó que el aceite inicialmente se recolecta en recipientes plásticos al salir del motor del vehículo, y de manera posterior mediante jarras se trasvasa el mismo al recipiente de almacenamiento de aceite usado (Figura 26).

Operaciones realizadas con el aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca

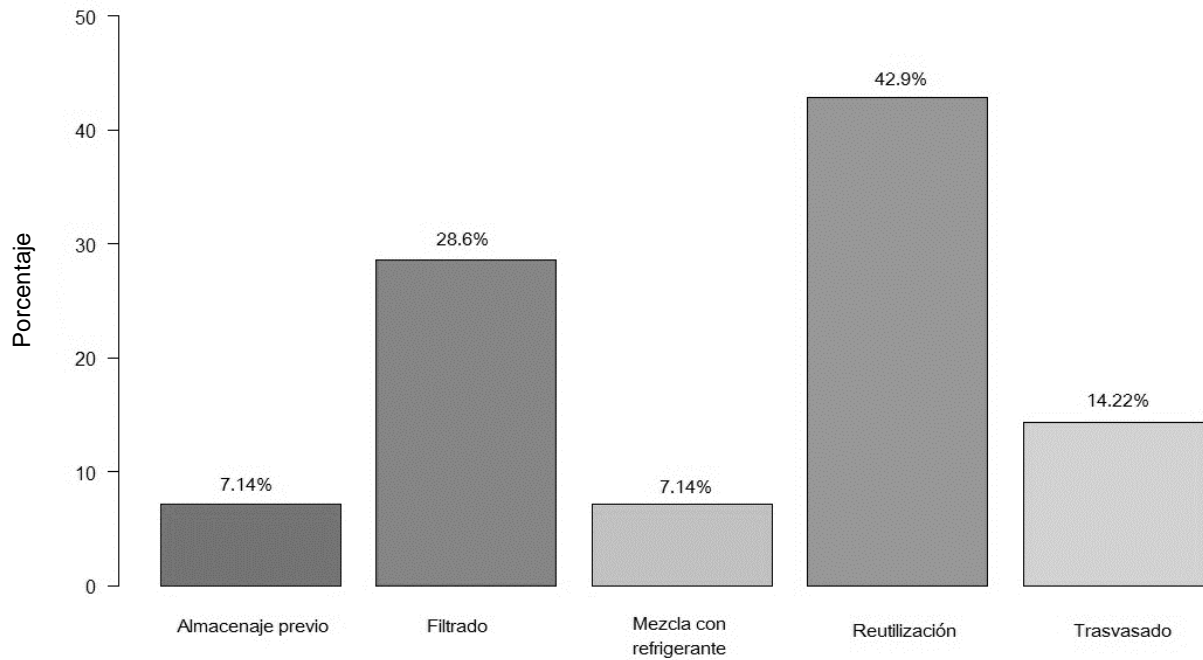


Figura 26. Operaciones realizadas con el aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.
Elaboración: La autora.

En cuanto a las industrias encuestadas, ninguna de ellas realiza operaciones con el aceite usado de origen industrial.

PREGUNTA 7

Lleva un registro de:

a) ¿Cantidad de aceite recolectado?

Sí NO Cantidad (galones): _____

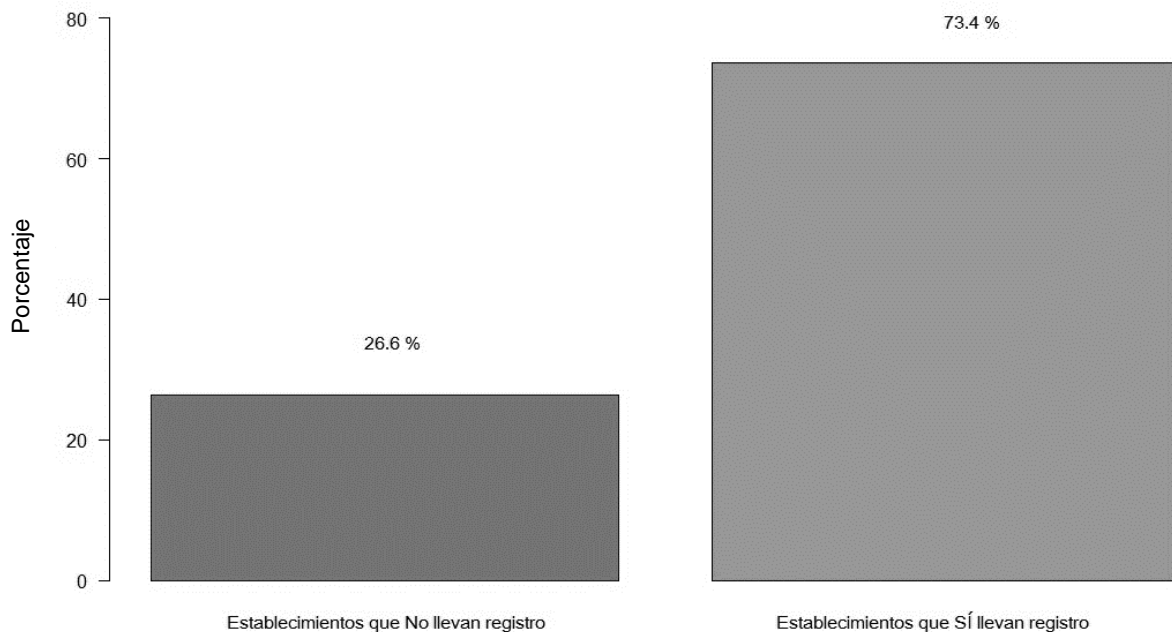
b) ¿Frecuencia de recolección de ETAPA o Particulares?

Semanal Trimestral Bimensual

Anual Mensual Otro (Especifique) _____

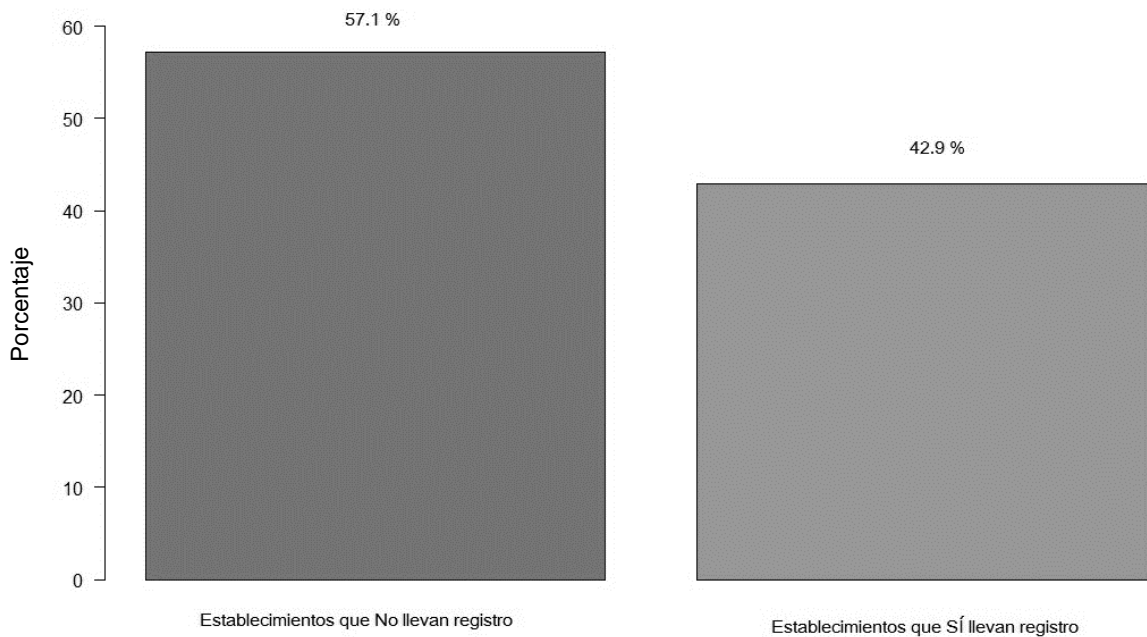
El llevar un registro adecuado de la recolección del aceite es indispensable para evaluar cómo se lleva a cabo el manejo integral del mismo. El 73.4% de establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz, llevan un registro de la cantidad de aceite usado generado (Figura 27). Mientras el 42.9% de industrias encuestadas que manifestaron llevar este registro. (Figura 28).

Establecimientos que llevan registro de la cantidad de aceite usado de origen automotriz recolectado



*Figura 27. Establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz que llevan registro de la cantidad de aceite generado en la ciudad de Cuenca.
Elaboración: La autora.*

Establecimientos que llevan registro de la cantidad de aceite usado de origen industrial recolectado



*Figura 28. Establecimientos encuestados generadores de aceite usado de origen industrial que llevan registro de la cantidad de aceite generado en la ciudad de Cuenca.
Elaboración: La autora.*



Otro de los registros que debe llevar es la frecuencia de recolección, esto para evitar el acopio de grandes cantidades de aceite usado dentro de establecimientos generadores, los cuales no pueden garantizar un almacenamiento adecuado a en un largo período de tiempo.

En el caso de aceite usado de origen automotriz, en el 31.7% de establecimientos el aceite es recolectado mensualmente, mientras que el 24.1% de manera trimestral (Figura 29). Los establecimientos generadores de aceite industrial a los que se encuestó, reportaron que en el 28.6% de establecimientos se recolecta el aceite de manera mensual, en mismo porcentaje el aceite es recolectado cada vez que la capacidad de acopio llega a su límite (Figura 30). Existen otras frecuencias de recolección tales como anual, bianual, bimensual, bimensual, semanal y establecimientos que solicitan recolección unicamente cuando su capacidad de acopio llega a su límite.

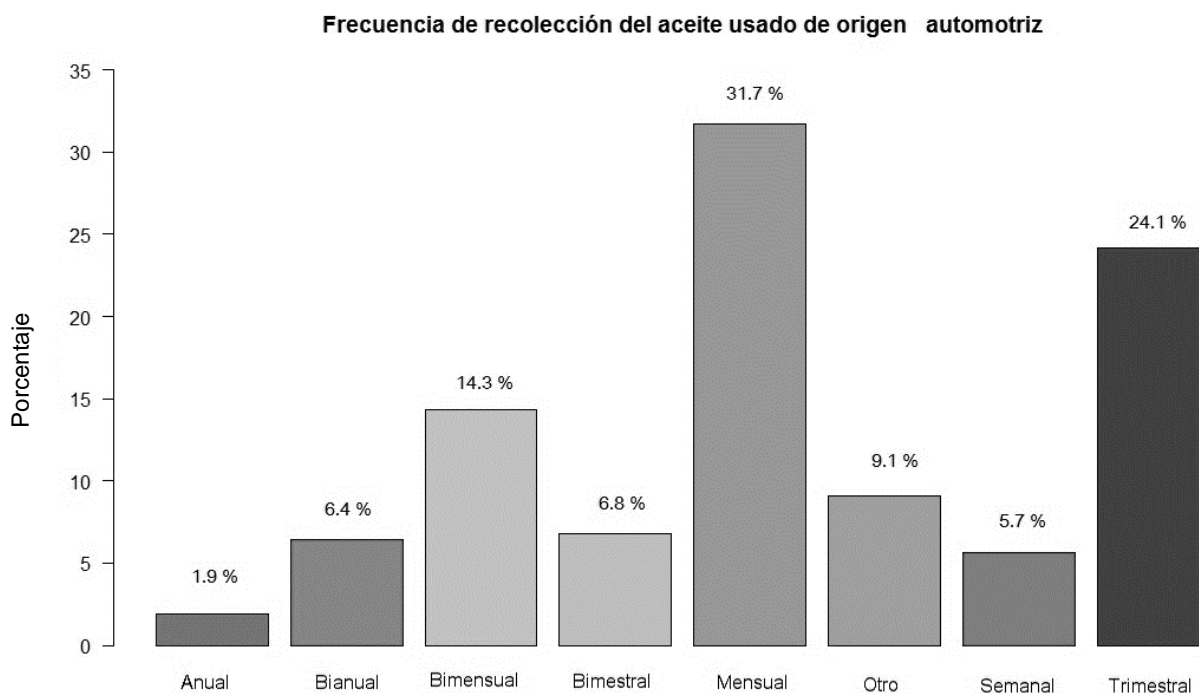
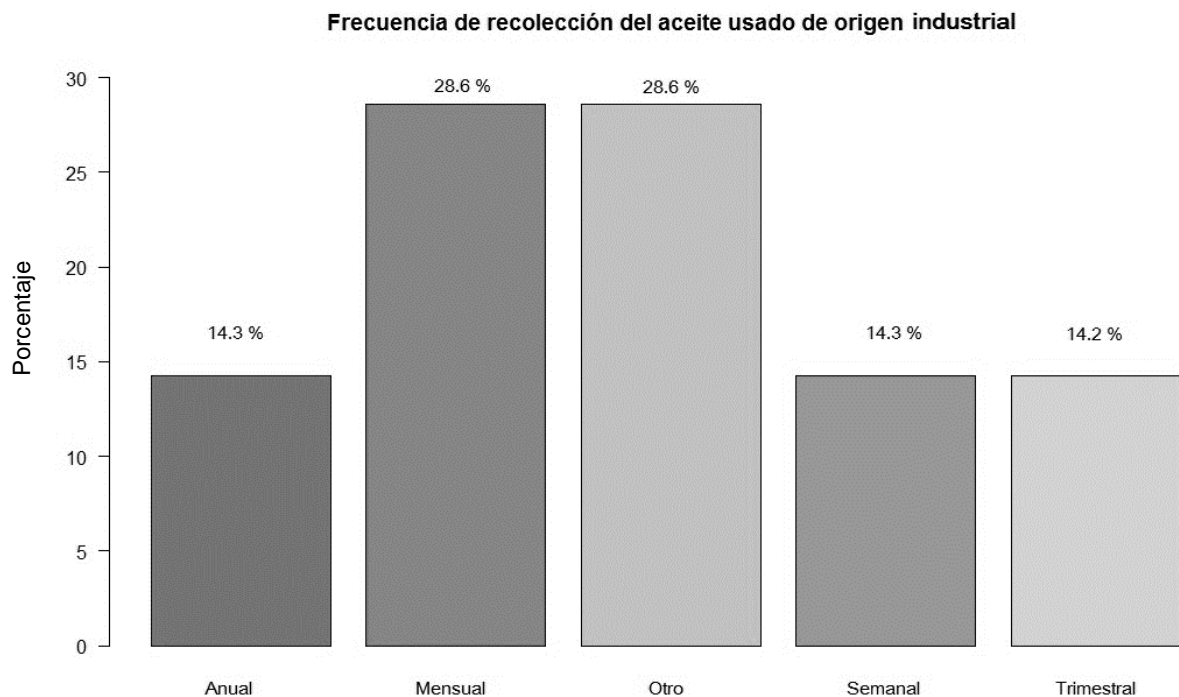


Figura 29. Frecuencia de recolección de aceites usados de origen automotriz en establecimientos generadores de la ciudad de Cuenca.

Elaboración: La autora.



*Figura 30. Frecuencia de recolección de aceites usados de origen industrial en establecimientos generadores encuestados de la ciudad de Cuenca.
Elaboración: La autora.*

4.1.4 Origen del aceite usado

El conocer a partir de qué tipo de aceites vírgenes se generó los aceites usados, es importante para la caracterización físico-química que se llevará a cabo dentro del proyecto “Análisis y definición de estrategias y escenarios para el desarrollo de sistemas de mantenimiento industrial orientado a la eficiencia energética y amigable con el ambiente en la ciudad de Cuenca”.

Para el caso de los aceites lubricantes automotrices, se analizaron los aceites utilizados. Los resultados obtenidos muestran que los aceites más requeridos para el sector automotriz, según su densidad son los lubricantes SAE 20w50, pues en el 87.5% de establecimientos se utiliza; en el 67.9% se usa SAE 10w30 y en el 39.6% de establecimientos se emplean lubricantes SAE 15w40. (Figura 31)

Para el caso de los establecimientos encuestados generadores de aceite usado de origen industrial, se pudo identificar que los aceites hidráulicos fueron los más utilizados dado que se utiliza en el 50% de las entidades. En el 25% de industrias encuestadas se usa aceites de transmisión, en el 18.75% aceites lubricantes y en el 6.25% aceites refrigerantes. (Figura 32 – 33)



PREGUNTA 8

¿Cuál es el aceite más requerido para cambios? Indique con una X los tipos de aceites cambiados en este local, posteriormente colocar un número de acuerdo a la demanda de los tipos de aceite.

Aceite automotriz:

Tipo de aceite	Aceites cambiados en este local (Marcar con X)	Asignar un orden (1,2,3,..) según cantidad a los aceites que usa el establecimiento
5w30		
5w40		
5w50		
10w30		
10w40		
15w40		
20w50		
25w60		
70w80		
75w85		
70w85		
70w90		
80w90		
ATF		
SAE 40		
SAE 50		

Aceite industrial:

Tipo de aceite	Aceites cambiados en este establecimiento (Marcar con X)	Asignar un orden (1,2,3,..) según cantidad a los aceites que usa el establecimiento
ATF		
SAE 10w30		
SAE 10w40		
SAE 15w40		
SAE 20w40		
SAE 20W50		
SAE 75w85		
SAE 40		
SAE 50		
SAE 140		
ISO VG 32		
ISO VG 46		
ISO VG 68		
ISO VG 220		
ISO VG 680		
ISO VG 1000		
OTROS (¿cuáles?)		



PREGUNTA 9 (Generadores de aceite usado de origen automotriz)

De los vehículos que acuden al establecimiento, indique:

- a) Promedio mensual de vehículos _____
- b) En la siguiente tabla, indique el tipo de vehículos atendidos y asigne un orden (1, 2,3,...) según cantidad de vehículos seleccionados.

N°	Tipo de automotor	Vehículos atendidos en el local (Marcar con X)	Asignar un orden (1,2,3,..) según cantidad de vehículos que llegan al establecimiento
1	Automóvil		
2	Camioneta		
3	Jeep		
4	Ómnibus		
5	Camión		
6	Tanquero		
7	Tráiler		
8	Volqueta		
9	Especial		
10	Otros		

En cuanto a los centros automotrices en los que se emplean aceites lubricantes, en la encuesta se evaluó tanto el promedio mensual como el tipo de vehículos atendidos en el establecimiento. Esto se realizó con la finalidad de obtener datos que sirvieran de soporte para identificar si se trataba de un pequeño, mediano o gran generador de aceite usado, puesto que muchos establecimientos no contaban con un registro de la cantidad de aceite recolectado pero sí con una estimación del tipo y cantidad de vehículos atendidos.

Es así como en el 90.18% de establecimientos se atienden automóviles, en el 75.84% se atienden camionetas y en el 30.94% jeeps, siendo éstos los vehículos más recurrentes para recibir un cambio de aceite. Esto demuestra que son los vehículos que en mayor cantidad existen en el cantón Cuenca. (Tabla 9) (Figura 34)

Debido a que el presente estudio se realiza dentro del marco del proyecto “Análisis y definición de estrategias y escenarios para el desarrollo de sistemas de mantenimiento industrial orientado a la eficiencia energética y amigable con el ambiente en la ciudad de Cuenca”, se analizó en el sector industrial el tipo de maquinaria que tiene un consumo significativo por unidad de tiempo de aceite. Con estos resultados se pueden dirigir esfuerzos de programas de eficiencia en el consumo de aceite en la mencionada maquinaria. (Tabla 10)



PREGUNTA 9 (Generadores de aceite usado de origen industrial)

Acerca de la actividad industrial, indique:

- a) Tipo de actividad de la empresa _____
- b) Identifique 3 maquinarias de este establecimiento con consumo de aceite más representativo

N°	Maquinaria	Consumo por unidad de tiempo
1		
2		
3		

- c) Aceites requeridos

N°	Tipo de aceite requerido	Aceite usado en el local	Asignar un orden (1,2,3,..) según cantidad de aceite que se usa en el establecimiento
1	Transmisión		
2	Lubricante		
3	Refrigerante		
4	Tratamiento térmico		
5	Hidráulico		
6	Otros		



Tipos de aceite lubricante automotriz virgen utilizado en la ciudad de Cuenca

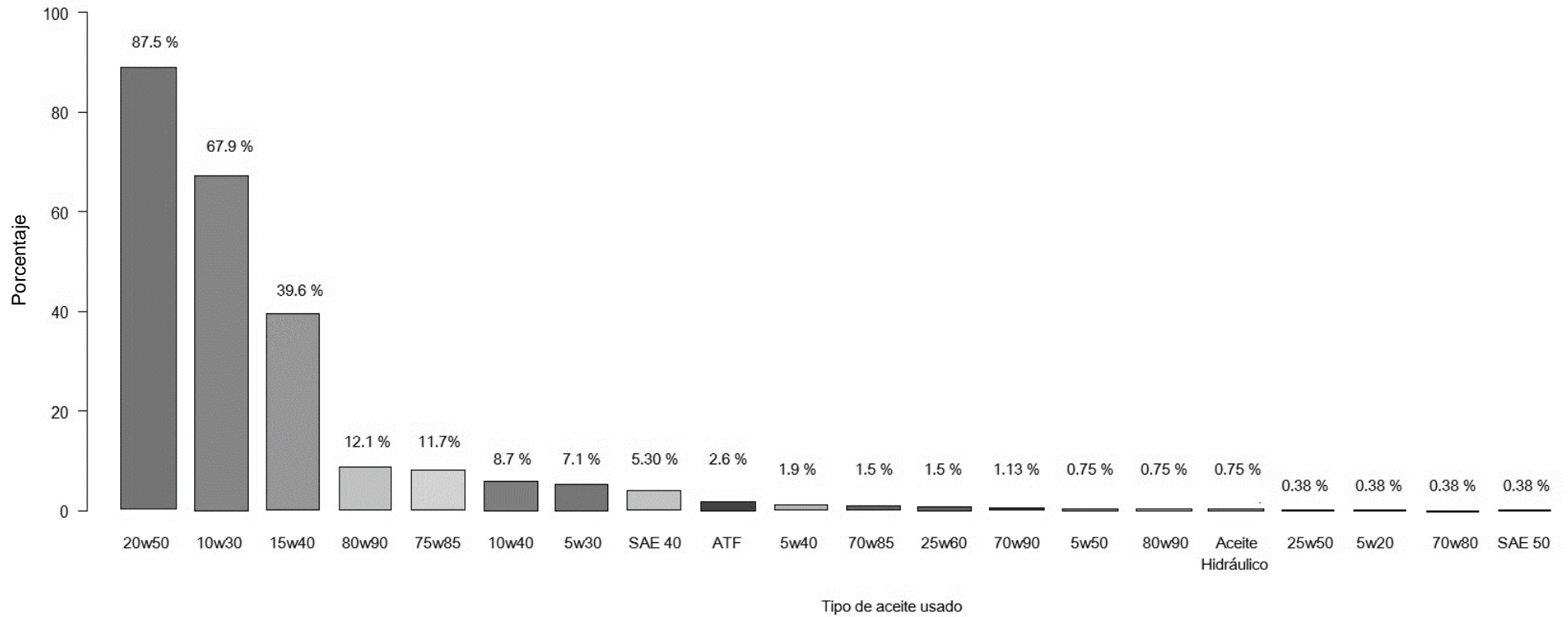


Figura 31. Tipos de aceite lubricante automotriz virgen utilizado en la ciudad de Cuenca.
Elaboración: La autora.

Tipos de aceite usado en industrias encuestadas en la ciudad de Cuenca

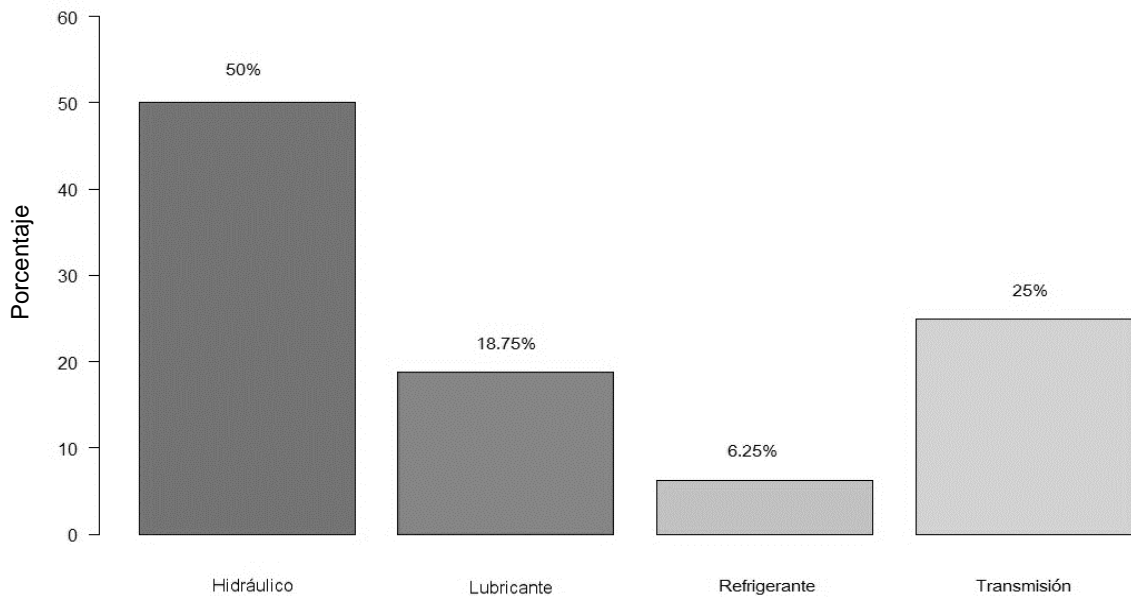


Figura 32. Tipos de aceite usado en industrias encuestadas en la ciudad de Cuenca. Elaboración: La autora.

Tipos de aceite usado detallados según densidad, generados en industrias encuestadas en la ciudad de Cuenca

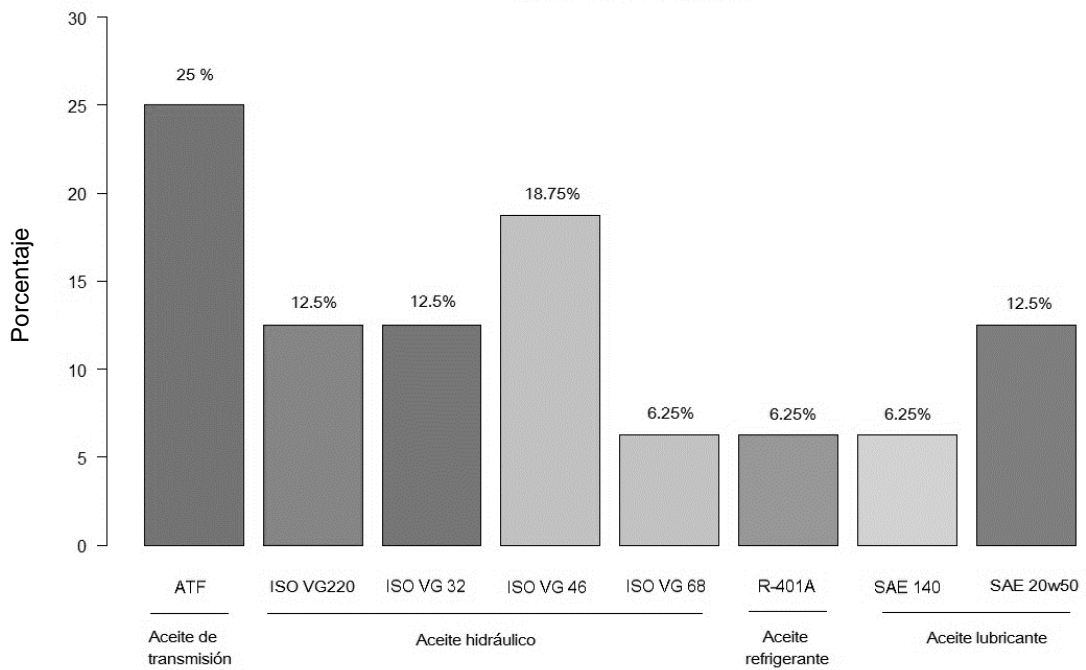


Figura 33. Tipos de aceite usado detallado según densidad en industrias encuestadas en la ciudad de Cuenca. Elaboración: La autora.

Tabla 9. Promedio de la cantidad de vehículos atendidos por los diferentes generadores en la ciudad de Cuenca

Generador	Promedio de vehículos atendidos en cada establecimiento
Pequeños generadores	49
Medianos generadores	67
Grandes generadores	180

Elaboración: La autora

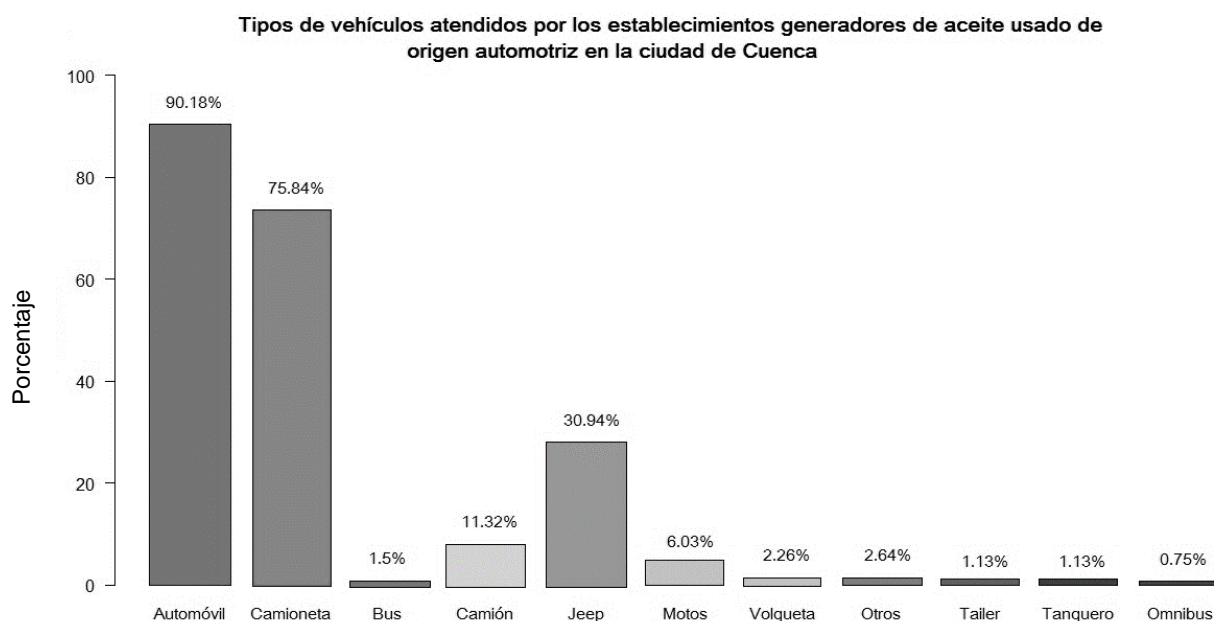


Figura 34. Tipos de vehículos atendidos en establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.

Elaboración: La autora.

Tabla 10. Maquinaria usada en industrias encuestadas con mayor consumo de aceite por unidad de tiempo

Maquinaria	Consumo de aceite gal/año
Mixer industrial	25.000
Prensas hidráulicas	1000-20.000
Molinos	500-1000
Centralinas hidráulicas	200-500
Equipo caminero	100-200

Elaboración: La autora



La tabla resumen de todos los resultados obtenidos en la encuesta se muestran a continuación (Tabla 11):

Tabla 11. Resumen de resultados obtenidos mediante la aplicación de encuestas

	Establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz	Establecimientos generadores de aceite usado de origen industrial encuestados
Destino del aceite usado		
ETAPA	91.70%	42.90%
Particulares	6%	14.20%
Otros	2.30%	42.90%
Dispone de tanques para separar aceites		
Si	95.10%	85.70%
No	4.90%	14.30%
Dispone de tanques identificados para separar aceites		
Si	46.03%	85.70%
No	53.97%	14.30%
Material del tanque de almacenamiento de aceite usado		
Acero galvanizado	66.40%	71.40%
Polietileno de alta densidad	26.40%	28.60%
Otros	6.80%	0
No dispone de tanque	0.40%	0
Cierre del recipiente de almacenamiento		
Recipiente cerrado	82.60%	71.40%
Recipiente al aire libre	17.40%	28.60%
Mecanismo de filtrado en el tanque de almacenamiento		
Recipiente con filtro	20%	28.60%
Recipiente sin filtro	80%	71.40%
Mecanismo de trasvasado		
Con mecanismo de trasvasado	20.80%	14.30%
Sin mecanismo de trasvasado	79.20%	85.70%
Ubicación del recipiente de almacenamiento de aceite usado		
Subterráneo	1.90%	0
Superficial	98.10%	100%



Tabla 11. Resumen de resultados obtenidos mediante la aplicación de encuestas...continuación.

	Establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz	Establecimientos generadores de aceite usado de origen industrial encuestados
Cubierta del lugar en donde se encuentra el recipiente de aceite usado		
Con cubierta	78.90%	85.70%
Sin cubierta	21.10%	14.30%
Cierre perimetral del lugar en donde se encuentra el recipiente de almacenamiento de aceite usado		
Con cierre perimetral	26.40%	71.40%
Sin cierre perimetral	73.60%	28.60%
Establecimiento realiza alguna operación con el aceite usado		
Si	9.10%	0%
No	90.90%	100%
Lleva registro del aceite recolectado		
Si	73.40%	42.90%
No	26.60%	57.10%
Frecuencia de recolección de aceite usado		
Semanal	5.70%	14.30%
Bimensual	14.30%	0%
Mensual	31.70%	28.60%
Bimestral	6.80%	0%
Trimestral	24.10%	14.20%
Bianual	6.40%	0%
Anual	1.90%	14.30%
Otro	9.10%	28.60%
Aceite virgen más empleado		
1	SAE 20w50	ATF
2	SAE 10w30	ISO VG 48
3	SAE 15w40	SAE 20w50

Elaboración: La autora

4.2 Aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca

En cuanto a la cantidad de aceite usado de origen automotriz generado en la ciudad de Cuenca, a partir de los establecimientos que sí llevan

registro, se puede decir que el 43% de entidades son pequeños generadores, pues en ellos se recolecta menos de 500 galones al año de aceite usado; el 30.9% son medianos generadores con cantidades recolectadas de aceite usado que varían entre los 500 y 1000 galones al año; finalmente, en el 26.1% de establecimientos restantes se generan más de 1000 galones al año de aceite usado, por lo que se los considera como grandes generadores (Figura 35).

La cantidad promedio de aceite usado que se genera en cada tipo de generador de aceite usado de origen automotriz, se muestra en la Tabla 12.

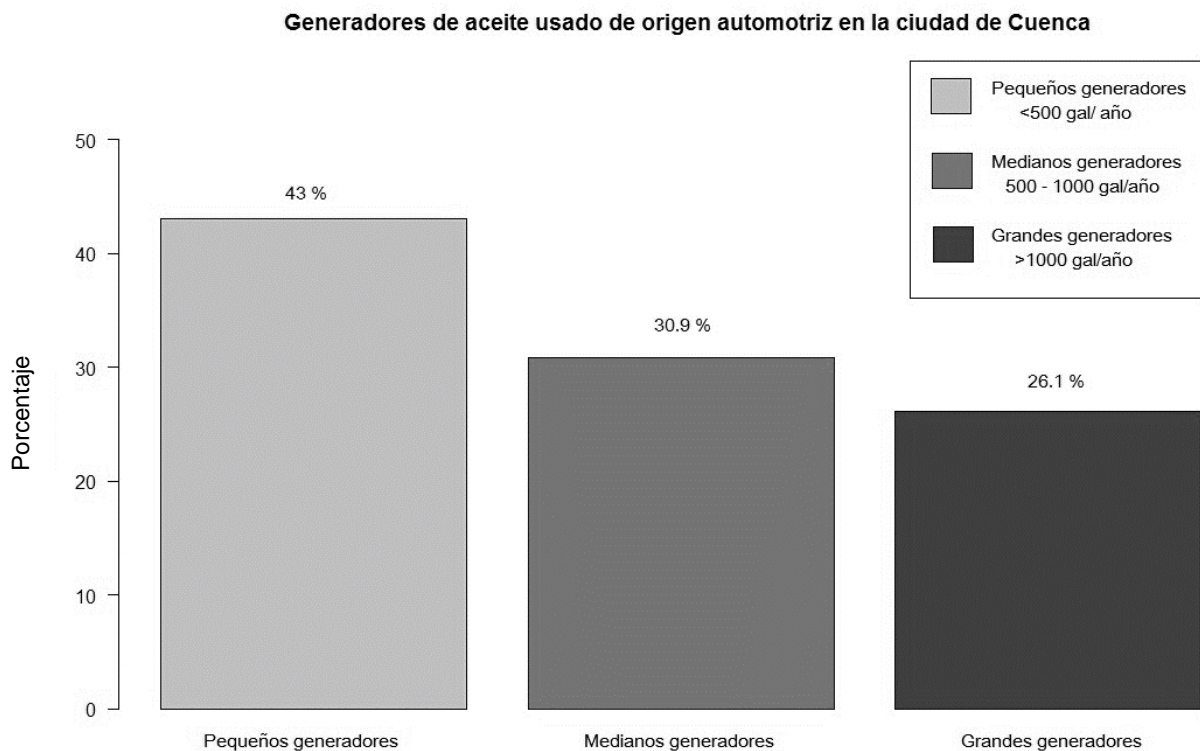


Figura 35. Generadores de aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca. Elaboración: La autora.

Tabla 12. Promedio de aceite usado generado al año por tipo de establecimiento

Generador	Promedio de aceite usado generado por cada establecimiento gal/año
Pequeños generadores	233.76
Medianos generadores	672.68
Grandes generadores	3350
Promedio total	1418.81

Elaboración: La autora



Mediante geolocalización, fue posible identificar las zonas en la ciudad de Cuenca en las que se encuentran ubicados pequeños, medianos y grandes generadores. Con esta información es posible dilucidar sectores en los que se produce mayor cantidad de aceite usado de origen automotriz, sectores en los cuales el esfuerzo por llevar a cabo una adecuada gestión de los aceites usados debe incrementarse. (Figura 36 - 37).

Los establecimientos escogidos para el levantamiento de información, fueron seleccionados aleatoriamente de la última base de datos existentes de centros generadores de aceite usado del año 2014, elaborada por la empresa pública ETAPA.

Las coordenadas tomadas pertenecen a los establecimientos encuestados, dado de que se trata de un muestreo aleatorio, se puede realizar proyecciones objetivas. Los mapas realizados, muestran visualmente una aglomeración importante de centros generadores de aceites usados de origen automotriz principalmente en las parroquias Totoracocha y El Batán. Esto indica que la mayor producción de aceite usado de origen automotriz en el casco urbano de la ciudad de Cuenca, se produce en estas parroquias.

Para ser más precisos, en la parroquia Totoracocha se encuentran el 16% de establecimientos encuestados; mientras que en El Batán, se encuentran el 10% de generadores encuestados. En total, el 26% de la totalidad de generadores se encuentran en estas dos parroquias.

El aceite usado de origen automotriz generado en Cuenca, puede ser estimado a partir de la cantidad de automóviles que existen y la cantidad de aceite usado por cada tipo de vehículo. Los cálculos se han realizado en base a la cantidad de vehículos reportados en el año 2015, puesto que se trata del más reciente registro oficial. (Tabla 13)

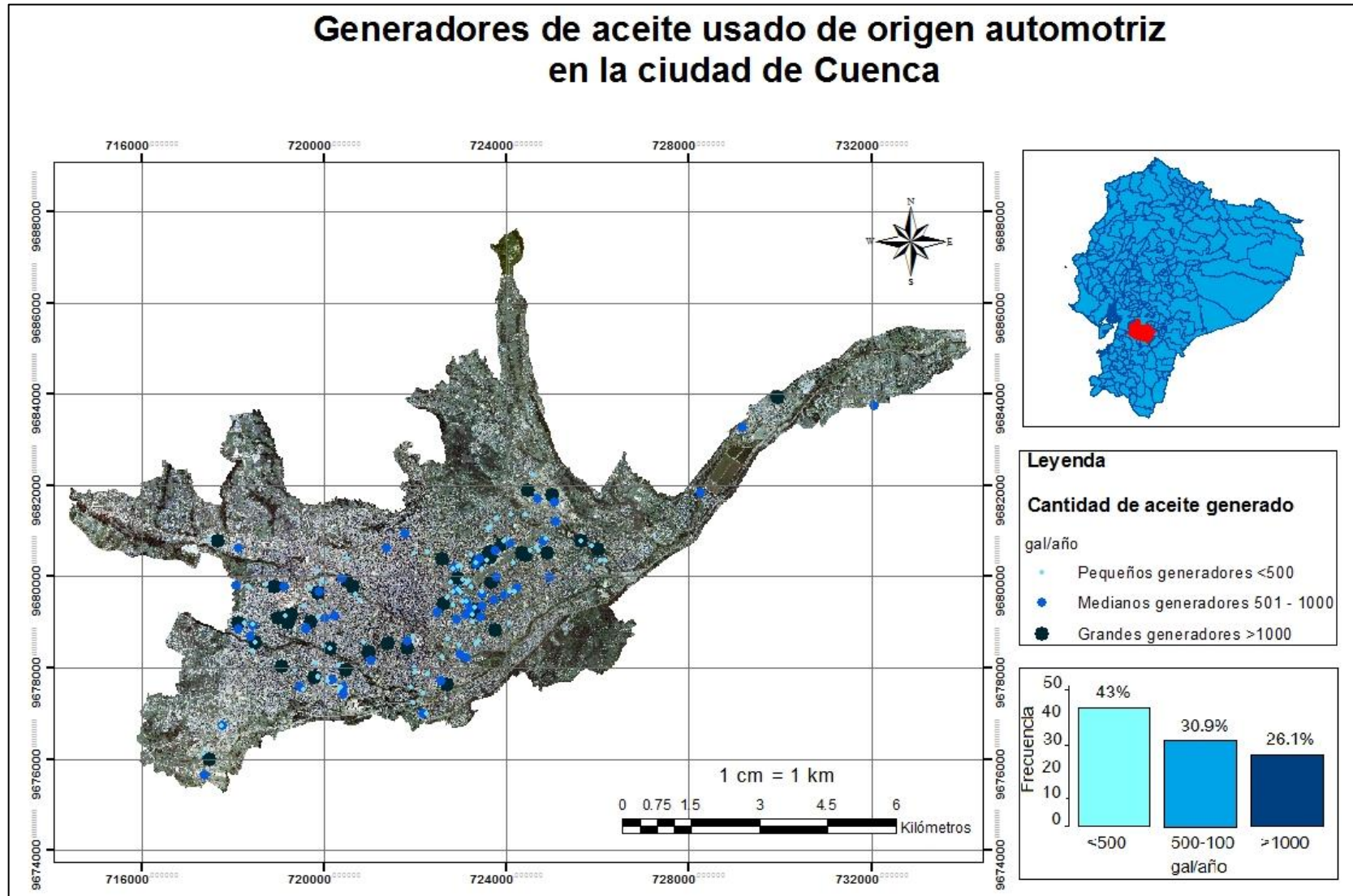


Figura 36. Ubicación geográfica de los generadores de aceite usado de origen automotriz en la ciudad de Cuenca.

Elaboración: La autora.

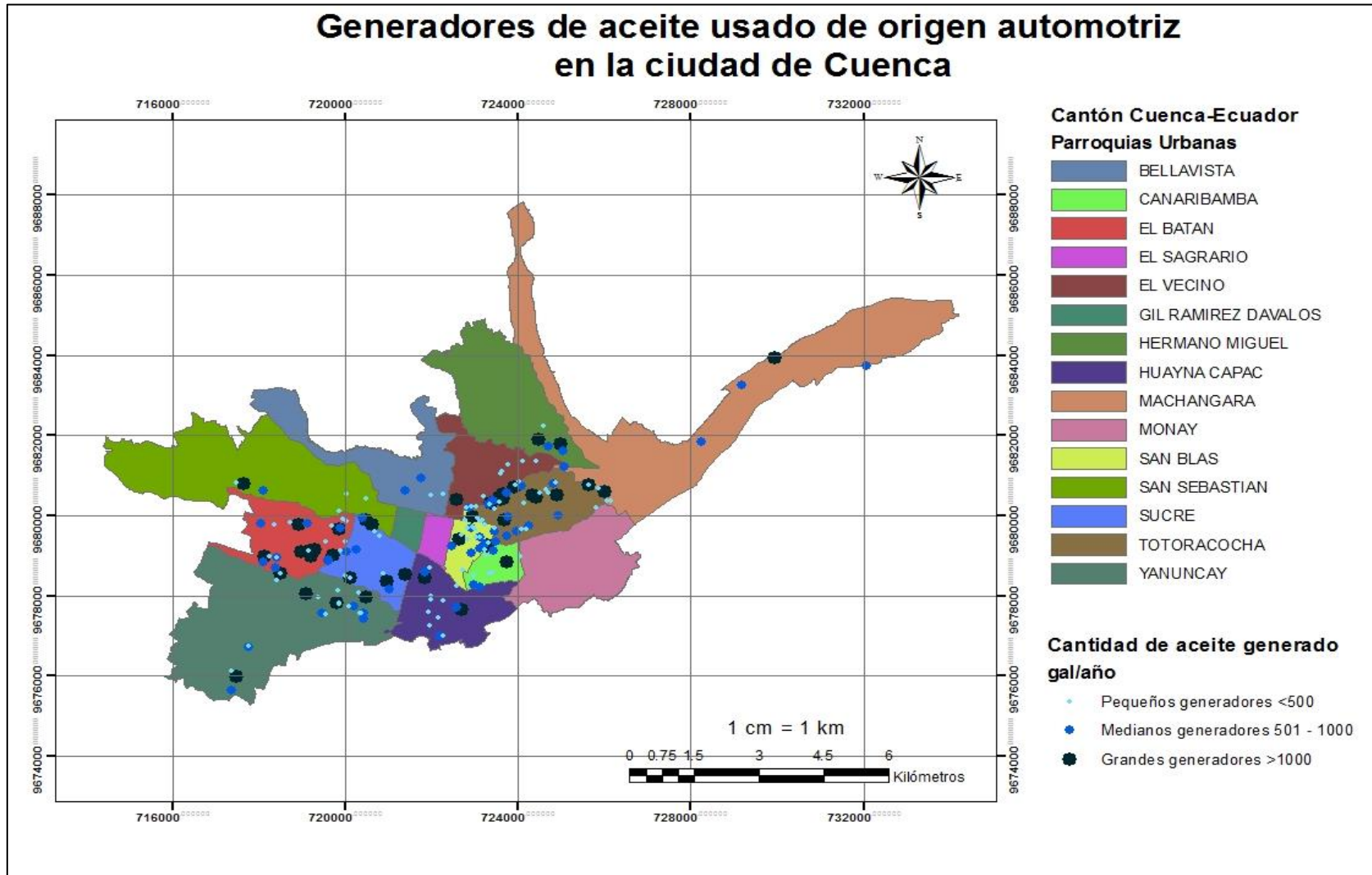


Figura 37. Ubicación geográfica de los generadores de aceite usado de origen automotriz en las parroquias urbanas de la ciudad de Cuenca.
Elaboración: La autora.



Tabla 13. Estimación de la cantidad esperada de aceite consumido por el parque automotor en la ciudad de Cuenca en el año 2015

Tipos	Capacidad del cárter, galones	Factor de consumo	Porcentaje de vehículos matriculados en Cuenca	Cantidad de vehículos matriculados en Cuenca, estimado	Consumo mensual de aceite, galones	Consumo anual de aceite, galones
Automóvil, camioneta, jeep, especial, otros.	1	0.5	92,21%	105.496	52.747,81	632.973,70
Ómnibus, tanquero, tráiler, camión, volqueta.	5	7.2	7,79%	8.912	64.169,16	770.029,91
TOTAL			100%	114.408	116.917	1'403.004

Fuente: (Palacios Aguilera & Vinuesa Granda, 2012) (EMOV EP, 2016)
(Universidad Central del Ecuador, 2005)
Elaboración: La autora

Es importante considerar que parte del aceite lubricante se queda adherido en el motor del vehículo, por lo que no todo se convertirá en aceite usado. Además, debido a la mala gestión que se le pudiera dar al aceite en el establecimiento generador, ocurren pérdidas. Es posible definir que existen pérdidas aproximadas del 20% del aceite. (Gulf Oil, 2015) Tomando en cuenta estas aseveraciones, el aceite usado generado en la ciudad de Cuenca para el año 2015 es de aproximadamente 1122403.2 galones.

4.3 Muestreo físico – químico

La caracterización del aceite usado mediante análisis físico – químicos tiene la finalidad de seleccionar la mejor alternativa de aprovechamiento de acuerdo a sus características. Es así que, de acuerdo al nivel de contaminación que contengan se aconseja su aprovechamiento o destrucción.

En el estudio “Diseño de métodos rápidos para la caracterización de aceites lubricantes usados”, los autores recomiendan los análisis de los parámetros a evaluar, siendo estos el contenido de agua, punto de inflamación, densidad a 15°C, índice de viscosidad, número base, viscosidad cinemática a 100°C y contenido de metales. (Loayza & Silva, 2005)

Se escogieron las variables analizadas en el manejo de aceites que directamente influyen en las características físico-químicas de los



aceites usados. Es así como los puntos escogidos para realizar un muestreo del aceite usado, corresponden a una combinación de variables que afectan los parámetros que se analizarán en el laboratorio. Es importante recalcar que en cada punto es necesario tomar al menos dos muestras con la finalidad de afirmar los resultados.

Tabla 14. Interacción de variables en las muestras a tomar para caracterización físico – química

Variable a medir	No. de muestra a analizar														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Separación del aceite usado en tanques															
Establecimiento separa aceites	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Establecimiento no separa aceites		x													
Material del tanque de almacenamiento															
Acero galvanizado	x	x			x	x	x	x	x	x			x		
Polietileno de alta densidad			x								x			x	
Cemento				x								x			x
Cierre del tanque de almacenamiento															
Recipiente cerrado	x	x	x	x			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Recipiente al aire libre					x	x									
Sistema de filtración en el tanque de almacenamiento															
Tanque de almacenamiento con filtro							x								
Tanque de almacenamiento sin filtro	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Cubierta de lugar de almacenamiento															
Espacio con cubierta (techo)	x	x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	x	x
Espacio sin cubierta						x		x							
Frecuencia de recolección de aceites usados por terceros															
Mensual	x	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x	x	x
Bianual						x			x						
Tipo de aceite virgen usado															
Mineral										x	x	x			
Sintético	x	x	x	x	x	x	x	x	x						
Semi - sintético													x	x	x

Elaboración: La autora

La Tabla 14 muestra las variables que se deben analizar en cada una de las muestras. P. ej.: En la muestra número uno, el establecimiento separa el aceite usado; usa un tanque de almacenamiento de acero



galvanizado, el cual está cerrado, no tiene filtro, se encuentra en un lugar con cubierta; la frecuencia de recolección es mensual y el origen del aceite es sintético.

En el Anexo 4 se muestran los establecimientos que cumplen con las variables que se requiere analizar en cada muestra.

4.4 Consistencia interna o coeficiente *Alpha de Cronbach*: validación de la encuesta

Los resultados obtenidos se vuelven confiables si el instrumento utilizado para el levantamiento de la información es el adecuado

Para evaluar la consistencia interna se aplicó la encuesta dirigida a generadores de aceite usado de origen automotriz a 27 establecimientos de la ciudad de Cuenca. Los pre-test se aplican al 10% de establecimientos que indica el cálculo del número de muestras.

Se analizó una encuesta que constó de 9 preguntas y 17 ítems en dos pre-test realizados entre los meses de julio y septiembre del año 2016.

En el segundo pre-test realizado se procuró mejorar la redacción y esquema del cuestionario, para evaluar de manera más objetiva las variables planteadas, con la intención de elevar el coeficiente de Alpha de Cronbach. Los resultados se exponen en las Tablas 15 y 16.

Tabla 15. Cálculo del coeficiente de Alpha de Cronbach de la encuesta "Caracterización del manejo de aceites de desecho de automóviles e hidráulicos de origen industrial en la ciudad de Cuenca" a establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz.

Ítem	Pregunta	Primer Test	Re-test
Ítem 1	Pregunta 1	0.5616	0.8164
Ítem 2	Pregunta 2	0.5853	0.8242
Ítem 3	Pregunta 3	0.5798	0.8246
Ítem 4	Pregunta 4 - a	0.5908	0.8273
Ítem 5	Pregunta 4 - b	0.5714	0.8199
Ítem 6	Pregunta 4 - c	0.5545	0.8167
Ítem 7	Pregunta 4 - d	0.5601	0.8186
Ítem 8	Pregunta 4	0.6010	0.8304
Ítem 9	Pregunta 5 - a	0.5703	0.8205
Ítem 10	Pregunta 5 - b	0.5985	0.8193
Ítem 11	Pregunta 6	0.6051	0.8221
Ítem 12	Pregunta 7 - a1	0.6136	0.8267
Ítem 13	Pregunta 7 - a2	0.6122	0.8257
Ítem 14	Pregunta 7 - b	0.6043	0.7956
Ítem 15	Pregunta 8	0.5259	0.8195
Ítem 16	Pregunta 9 - a	0.6281	0.8279
Ítem 17	Pregunta 9 - b	0.6440	0.8155
ALPHA DE CRONBACH		0.6054	0.8301

Elaboración: La autora



Los valores obtenidos fueron 0.6054 para el primer pre-test y 0.8301 para el segundo, lo que muestra una mejora significativa entre el primer cuestionario y el finalmente aplicado a la muestra. El cuestionario final muestra una fuerte confiabilidad y consistencia interna.

Para la encuesta a establecimientos generadores de aceite usado de origen industrial, los pre-test 1 y 2 fueron aplicados de igual manera al 10% de establecimientos determinados en el cálculo del número de muestras, siendo este número 5 industrias.

Tabla 16. Cálculo del coeficiente de Alpha de Cronbach de la encuesta “Caracterización del manejo de aceites de desecho de automóviles e hidráulicos de origen industrial en la ciudad de Cuenca” a establecimientos generadores de aceite usado de origen industrial.

Ítem	Pregunta	Primer Test	Re-test
Ítem 1	Pregunta 1	0.4777	0.8603
Ítem 2	Pregunta 2	0.5687	0.8773
Ítem 3	Pregunta 3	0.5486	0.8727
Ítem 4	Pregunta 4 - a	0.4518	0.8603
Ítem 5	Pregunta 4 - b	0.5013	0.8669
Ítem 6	Pregunta 4 - c	0.5013	0.8669
Ítem 7	Pregunta 4 - d	0.5013	0.8669
Ítem 8	Pregunta 4 - e	0.5226	0.8734
Ítem 9	Pregunta 5 - a	0.5013	0.8669
Ítem 10	Pregunta 5 - b	0.5013	0.8669
Ítem 11	Pregunta 6	0.5013	0.8669
Ítem 12	Pregunta 7 - a1	0.5013	0.8669
Ítem 13	Pregunta 7 – a2	0.4788	0.8700
Ítem 14	Pregunta 7 – b	0.5793	0.8708
Ítem 15	Pregunta 8	0.7137	0.9199
Ítem 16	Pregunta 9 – b	0.7229	0.8910
Ítem 17	Pregunta 9 – c	0.7321	0.8637
ALPHA DE CRONBACH		0.5761	0.8781

Elaboración: La autora

En el primer test se obtuvo un Alpha de Cronbach de 0.5761, mientras que en la segunda aplicación o re-test, el cuestionario obtuvo un Alpha de Cronbach de 0.8781. Esto denota una mejora en la consistencia interna y fiabilidad del cuestionario, por lo que el cuestionario final usado para el estudio, tiene una fuerte confiabilidad y consistencia interna.



5. CAPÍTULO V

Discusión de resultados

El aceite de desecho es el resultado de la utilización de aceites derivados en su mayoría del petróleo en lubricación de motores de combustión interna, sistemas de transmisión, hidráulicos, refrigerantes o tratamientos térmicos. Una adecuada gestión integral de residuos, que inicie en los centros generadores de aceite usado y culmine en una disposición final aceptada, garantiza la protección ambiental y a la salud y seguridad de los seres humanos.

La disposición final del desecho de interés depende de sus características físico-químicas, las cuales, en gran medida, son el resultado del manejo de los aceites usados desde su generación. Para cumplir con una caracterización del manejo aceite de desecho, fue necesario la recolección de información primaria, es decir, directamente en la fuente de generación de este residuo.

En cuanto al instrumento de recolección de datos, la encuesta fue el procedimiento escogido dado que se adapta a la información que se requiere levantar. De acuerdo con el estudio “Métodos de recolección de datos para una investigación” (Torres & Paz, 2014), la encuesta permite estandarizar la gran cantidad de datos que se obtienen para facilitar su análisis posterior.

La veracidad del estudio realizado depende de la calidad de datos que se hayan levantado. Para este fin, el contar con un cuestionario con alta validez y confiabilidad, fue una de las prioridades antes de ejecutar una recolección de la información.

Mediante el método de *Juicio de Expertos* y con la ayuda de los profesores investigadores del proyecto al que pertenece el presente estudio, se logró una validez de contenido adecuada para los objetivos del estudio. Para evaluar la consistencia interna se usó el coeficiente *Alpha de Cronbach*. La consistencia analiza el grado en el que la medición se encuentra libre de errores. (Santacruz et al., 2009)

Para realizar el presente estudio, debido al instrumento de recolección de datos elegido, fue imprescindible contar con la colaboración y autorización de los centros de acopio o generadores para aplicar la encuesta.

En el caso de los generadores de aceite usado de origen automotriz, la buena disposición de las personas encuestadas fue marcada en la gran mayoría de establecimientos visitados, permitiendo obtener resultados que reflejan la situación real acerca de la gestión de aceites automotrices en Cuenca. Sin embargo, contrarrestando con este escenario, en el caso de los generadores de aceite usado de origen



industrial, la apertura de las industrias para colaborar con el estudio fue muy baja. A pesar de las gestiones y múltiples visitas a establecimientos, no se pudo cumplir con el número de encuestas planteado en el tiempo estimado de realización del estudio. Los resultados obtenidos fueron útiles para validar el cuestionario, pero no fueron suficientes para ser estadísticamente representativos y no permiten una generalización del manejo de aceite de desecho de origen industrial en la ciudad de Cuenca.

En la ciudad de Cuenca, un manejo adecuado de los aceites usados es promovido por la empresa pública ETAPA. Esta gestión inicia con la recolección de los aceites usados de los centros generadores o de acopio; sin embargo, la entrega del aceite usado a esta entidad municipal no es obligatoria, por lo que gran parte del volumen total generado en la ciudad no se recolecta y no se puede gestionar adecuadamente. (ETAPA EP, 2017)

La aplicación directa de la encuesta como método de recopilación de la información, permitió conocer realidades subjetivas más cercanas en torno al manejo real que tienen estos aceites, las mismas que no fueron analizadas, no obstante, vale la pena mencionarlas.

El primer aspecto que se pudo evidenciar es que la importancia de un adecuado manejo de los aceites de desecho para prevenir la contaminación de fuentes de agua, suelo y aire, es un tema muy bien difundido y de conocimiento de los actores que intervienen en la gestión del aceite usado; a pesar de ello, la ética ambiental no es aplicada en todos los casos.

El segundo aspecto observado, es el conocimiento de los acopiadores en cuanto a la valorización energética de los aceites usados, por lo tanto el conocimiento de la valorización económica de los mismos. Esto entorpece gravemente la recolección del aceite por parte de ETAPA, debido a que en muchos casos, los establecimientos generadores prefieren entregar los aceites a particulares, quienes no garantizan un manejo adecuado, a cambio de una remuneración económica. Es de suma importancia aclarar que se trata de información extraoficial, que no se debe generalizar al total de establecimientos que hacen la entrega a organismos particulares. Para el autor Lara Sigüenza, quien realizó un estudio en el 2013, el precio de un tanque de 55 galones de aceite usado puede alcanzar un valor entre 20 y 30 USD (Lara Sigüenza, 2013).

En cuanto al procedimiento de recolección o acopio primario de los aceites de desecho, en el estudio "Diseño de métodos rápidos para la caracterización de aceites lubricantes usado (Loayza & Silva, 2005), los autores mencionan que una gestión adecuada previene una contaminación excesiva del residuo para que se pueda garantizar su valorización y uso post-consumo; además, la caracterización de los aceites usados es un requisito para conocer cuál será el accionar



posterior para su tratamiento. Es importante recalcar que una determinación del manejo de aceites permite llegar a resultados esperados y conclusiones certeras en la caracterización físico-química de los mismos.

Análisis similares en un área de estudio de características similares, fueron realizados en los estudios “Diagnóstico de la contaminación ambiental causada por aceites usados provenientes del sector automotor y planteamiento de soluciones viables para el gobierno autónomo descentralizado del cantón Azogues” (Gallegos Barrera & Romero Velecela, 2015) y “Propuesta de un plan de gestión sobre la adecuada manipulación de los residuos contaminantes producidos en los talleres automotrices de la ciudad de Azogues” (Lara Sigüenza, 2013). En la ciudad de Cuenca, un análisis a la gestión de aceites usados se realizó en el estudio “Gestión integral del aceite automotor reciclable en Cuenca”; sin embargo, no se realizó una caracterización del manejo de aceites, sino que se propuso una gestión integral. Caracterización del manejo de aceite usado de origen industrial, aún no se ha llevado a cabo.

Las variables analizadas obedecen a la información que el proyecto “Análisis y definición de estrategias y escenarios para el desarrollo de sistemas de mantenimiento industrial orientado a la eficiencia energética y amigable con el ambiente en la ciudad de Cuenca”, requiere conocer para la caracterización físico-química de los aceites de desecho

El primer aspecto evaluado en la encuesta aplicada fue el destino del aceite usado, analizando principalmente las entidades recolectoras del mismo. El que el aceite sea entregado a entidades certificadas garantiza que su manejo sea adecuado.

A pesar que el porcentaje de recolección de aceite es alto por parte de ETAPA con su Programa de Recolección de Aceites Usados, la cantidad de aceite que no se destina a un manejo adecuado es todavía incierto.

El recipiente y lugar de almacenamiento temporal es un aspecto importante a evaluar puesto que determinará como el aceite usado se degrade o contamine antes de su tratamiento. (Vázquez Guillén, 2013) Además, el análisis de manejo del aceite usado en esta etapa permite identificar fallas en el manejo dado a los aceites. (Ortiz Medina, 2007)

A pesar de que los establecimientos en la ciudad de Cuenca procuran contar con recipientes del material adecuado, no cuentan con un área específica para el almacenamiento de aceites usado. Esto provoca que los tanques de almacenamiento se encuentren visiblemente deteriorados; además, el manejo inadecuado del aceite por parte de trabajadores de los establecimientos, contribuye a que el deterioro sea mayor. Es notable la falta de instrucción en salud y seguridad en el



trabajo en cuanto al manejo de residuos peligrosos como lo son los aceites usados.

El material del recipiente de almacenado de aceite usado, es una variable analizada por todos los estudios mencionados. El presente estudio concuerda con los análisis hechos en la ciudad de Azogues, dado que las tres investigaciones muestran que los tipos de tanques existentes en nuestro medio son los metálicos o de acero galvanizado, los de polietileno de alta densidad y los recipientes contruidos en cemento. El material más utilizado es el acero galvanizado.

Otra de las variables evaluadas en cuanto al manejo del aceite usado fueron las características de recolección. En primer lugar es importante saber si dentro de los establecimientos generadores realizan algún tipo de operación que modifique sus características físico-químicas, puesto que de estas acciones dependerá el estado del aceite que sea entregado. El registro de la cantidad de aceite recolectado y la frecuencia de recolección, permiten evaluar cómo se lleva a cabo el manejo actual de los aceites de desecho.

La cantidad de aceite recolectado provee información importante para categorizar a pequeños, medianos y grandes generadores de aceite de desecho de origen automotriz y ubicarlos geográficamente en la ciudad de Cuenca y permite tener una visualización de las zonas en donde más se genera aceite usado. La cantidad de aceite que maneja un acopiador influye en su almacenamiento, por lo que incide además en la gestión que se lleva del mismo dentro de cada establecimiento.

Para una acertada caracterización físico-química, el origen del aceite usado juega un factor importante para llegar a resultados concluyentes acerca del estado de este compuesto. En el estudio se analiza el aceite virgen del cual proviene el aceite usado generado. Además, en el caso de las industrias, se establecieron las maquinarias con mayor consumo, información que es de importancia para etapas posteriores del proyecto al cual pertenece esta investigación.

El aceite usado es frecuentemente dispuesto en el ambiente de una forma inconveniente, ocasionando daños graves en ecosistemas naturales y en la salud de las personas. El aceite de desecho puede ser destinado para la obtención de aceite base o como combustible, para lo cual una caracterización en el laboratorio permite establecer la mejor alternativa de aprovechamiento de acuerdo a sus particularidades. Así, cuando el aceite excede los 50 ppm de PCBs (Bifenilos Poli Clorados), no es apto para su valorización y requiere ser destruido mediante incineración controlada; si el aceite no llega a niveles de 50 ppm, puede ser recuperado o aprovechado. (Loayza & Silva, 2005). Las muestras que se requieren tomar fueron propuestas en base a una interacción de las variables que inciden en las propiedades del aceite usado.



6. CAPÍTULO VI

Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

El estudio realizado conlleva a las siguientes conclusiones:

- Se cumplió con la caracterización de aceites usados, ésta se realizó mediante el uso de variables que analizan el destino del aceite, el manejo del mismo en el establecimiento generador, medios de almacenamiento temporal dentro del establecimiento, procedimientos de recolección y origen del aceite de desecho.
- Para definir el universo de estudio, se tomó como punto de partida la última base de datos de establecimientos generadores a la cual se tuvo acceso, la misma fue del año 2014. Los generadores/acopiadores de aceite usado de origen automotriz fueron divididos según la cantidad de aceite recolectado, de esta forma se garantizó que el estudio se realizara en pequeños, medianos y grandes generadores de aceite, puesto que la cantidad de aceite que un establecimiento maneja, influye en la gestión del mismo. Para el caso de generadores/acopiadores de aceite usado de origen industrial, al no conocerse el volumen de aceite recolectado en cada establecimiento, se tomó como universo el total de industrias registradas.

El no contar con una base de datos actualizada provoca que la recolección de aceites no se realice adecuadamente en aquellos establecimientos que no están inventariados.

- Para la recolección de la información, la encuesta fue el instrumento elegido para la toma de datos primarios. El cuestionario utilizado fue validado mediante el método de *Juicio de expertos* con la ayuda de los profesores investigadores del proyecto “Análisis y definición de estrategias y escenarios para el desarrollo de sistemas de mantenimiento industrial orientado a la eficiencia energética y amigable con el ambiente en la ciudad de Cuenca”. Además se analizó la consistencia interna, obteniéndose una fuerte confiabilidad del instrumento de medición. Los cuestionarios utilizados en el presente trabajo de investigación, se encuentran validados y son aplicables a estudios similares, donde se busque caracterizar el manejo de aceite usado.



- La falta de colaboración en la participación con la presente investigación, por parte del sector industrial, fue un impedimento clave a la hora de poder llegar a resultados y conclusiones que reflejen la situación actual del manejo de aceites de desecho de origen industrial en la ciudad de Cuenca.
- A pesar de que la Empresa pública municipal de telecomunicaciones, agua potable, alcantarillado y saneamiento de la ciudad de Cuenca ETAPA EP, lleva a cabo un programa de recolección de aceites usados desde el año 1998, el cantón Cuenca aún no dispone una ordenanza local que regule el manejo adecuado de los aceites usados producidos a nivel automotriz e industrial. La carencia de una normativa al respecto, conlleva a que existan falencias en la disposición adecuada del aceite de desecho producido en la ciudad.
- El destino del aceite usado de origen automotriz es en su mayoría recolectado por ETAPA, por lo que tiene un adecuado manejo. No obstante, es posible mejorar el porcentaje de recolección mediante un registro más exhaustivo de los centros generadores de aceite de desecho.
- En cuanto al recipiente y lugar de almacenamiento temporal de aceite usado previo a su recolección, en general se puede decir que el material del recipiente es el adecuado, con cierre, ubicado superficialmente y bajo techo. A pesar de esto, el sistema de filtrado y de trasvasado es posible incorporarlos en más establecimientos para asegurar el estado adecuado y manejo correcto del aceite de desecho. Una de las grandes falencias encontradas fue que no se da la suficiente importancia de asignar un lugar específico para el recipiente de almacenamiento de aceites, el mismo que cuente con un cierre perimetral que delimite el territorio adecuadamente.
- En los establecimientos que no se cuenta con áreas de almacenamiento de aceites correctamente delimitadas y asignadas, la manipulación de los tanques de almacenamiento y de los aceites usados es inadecuada. Esto provoca un deterioro notable en los recipientes de almacenamiento temporal del aceite.
- Las características de recolección permite identificar si se lleva un adecuado manejo previo al almacenamiento previo. Un registro de la cantidad de aceite recolectado en cada establecimiento permite llevar un control del aceite generado en la ciudad. Mediante un levantamiento de información geográfica,



se pudo conocer que las parroquias urbanas en donde más se produce aceite usado son Totoracocha y El Batán.

- El conocer el aceite virgen del cual proviene el aceite usado permitirá identificar adecuadamente las características químicas del aceite y su composición.
- Mediante la interacción entre variables que influyen en las características del aceite usado, se determinó el número de muestras que se deben tomar para la caracterización físico-química en un laboratorio. Para caracterizar el aceite de desecho generado en la ciudad de Cuenca, se identificaron 15 interacciones con más influencia en la degradación o contaminación que pueda tener el compuesto analizado. Las muestras analizadas deben ser duplicadas o triplicadas con la finalidad de validar los resultados obtenidos. Por último, con la finalidad de tener una muestra de control, el analizar el aceite apenas es extraído de la maquinaria o vehículo en el cual se usó es esencial.
- El parque automotriz en la localidad presenta un incremento acelerado año a año, por lo que la demanda de centros de servicio de cambio de aceites aumenta proporcionalmente al aceite usado generado. La existencia de un sistema de gestión integral de este residuo se vuelve necesario para asegurar una protección ambiental en la ciudad de Cuenca.

6.2 Recomendaciones

- Promover la creación de normativas u ordenanzas locales que impulsen el manejo adecuado de aceites usados y su gestión integral, esto asegurará la minimización de la contaminación a fuentes de agua, suelo y aire, así como garantizará la protección a la salud y seguridad de la población. Además, esto permitiría una regulación de la entrega de aceites usados a entidades que garanticen una disposición adecuada.
- Mantener un registro actualizado de los establecimientos generadores de aceites de desecho permitiría mejorar estimaciones de la generación de aceites así como la caracterización del manejo de aceites usados en posteriores estudios.
- El programa de recolección de aceites usado impulsado por ETAPA, puede ser más efectivo si se promueven capacitaciones del manejo adecuado de este residuo, dirigidas hacia los generadores y



acopiadores primarios de este residuo. Los convenios e incentivos con los centros generadores, garantizarían que la gestión integral se logre trabajando con todos los actores involucrados en este proceso.

- Es importante fomentar la información acerca de problemas ambientales derivados del inadecuado manejo de aceites de desechos, esto despertaría el interés de los actores involucrados en su manejo, especialmente de generadores, quienes estarían más dispuestos a colaborar con investigaciones posteriores.
- Impulsar la investigación científica encaminada a la regeneración de aceites y que tenga como fin lograr su aprovechamiento integral es un tema de interés, no solo para entidades de regulación y manejo ambiental, sino también para el sector industrial, el cual puede verse beneficiado de los avances en el campo de la eficiencia y aprovechamiento energético de este tipo de residuos.



Bibliografía

- Abascal, E., & Idefonso, G. (2005). *Análisis de encuestas*. Madrid: ESIC Editorial. Retrieved from [https://books.google.com.ec/books?id=qFczOOiwRSgC&pg=PA67&dq=Muestreo+de+encuestas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj8-crf_MXRAhVBKyYKHRzYAjYQ6AEIJAA#v=onepage&q=Muestreo de encuestas&f=false](https://books.google.com.ec/books?id=qFczOOiwRSgC&pg=PA67&dq=Muestreo+de+encuestas&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwj8-crf_MXRAhVBKyYKHRzYAjYQ6AEIJAA#v=onepage&q=Muestreo+de+encuestas&f=false)
- Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (1996). *Manejando Aceite Usado Consejos para Empresas Pequeñas*. Washington DC. Retrieved from <http://nepis.epa.gov/Exe/ZyNET.exe/10000LDC.TXT?ZyActionD=ZyDocument&Client=EPA&Index=1995+Thru+1999&Docs=&Q>
- Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (1997a). *Aceite usado de cárter*. Atlanta, GA. Retrieved from http://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts102.html
- Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (1997b). *Fluidos Hidráulicos*. Atlanta, GA. Retrieved from [http://www.cvs.saude.sp.gov.br/up/101\)FLUIDOS HIDRÁULICOS.pdf](http://www.cvs.saude.sp.gov.br/up/101)FLUIDOS HIDRÁULICOS.pdf)
- Agencia para sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades. (2016). Resumen de Salud Pública: Fluidos hidráulicos (Hydraulic fluids) ATSDR. Retrieved November 22, 2016, from https://www.atsdr.cdc.gov/es/phs/es_phs99.html
- Albertson, W. C., Staley, D. R., McDonald, M. M., & Pryor, B. K. (2007). Engine oil viscosity diagnostic systems and methods. Retrieved from <https://www.google.com/patents/US7677086>
- Babbie, E. R. (1979). *The practice of social research*. Wadsworth Cengage Learning.
- Bermeo, H., Barrera, D., Vintimilla, L., Briones, P., Loaiza, V., Alvaro, P., & Cedillo, A. (2010). *DIPECHO VII "Implementación de la Metodología de Análisis de Vulnerabilidades a Nivel Cantonal" - Cuenca*. Cuenca. Retrieved from <http://repositorio.cedia.org.ec/bitstream/123456789/842/1/Perfil territorial CUENCA.pdf>
- Castro Varela, G. (2007). *Informe final diseño monitoreo frente derrames de hidrocarburos*. Quillota, Chile.
- Chávez de Paz, D. (2008). Conceptos y técnicas de recolección de datos en la investigación jurídico social, (V).
- Corral, Y. (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos de investigación para la recolección de datos. *Revista Ciencias de La Educación*, 19(33).
- De Vita, Y. (1995). Aditivos para lubricantes de motores a gasolina. In R. y P. Laboratorio de Formulación, Interfases (Ed.), *Universidad de Los Andes* (Vol. 2, p. 40). Mérida, Venezuela. Retrieved from <http://www.firp.ula.ve/archivos/cuadernos/S831B.pdf>
- El-Fadel, M., & Houry, R. (2001). Strategies for vehicle waste-oil management: a case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 33(2), 75–91.



[http://doi.org/10.1016/S0921-3449\(01\)00058-1](http://doi.org/10.1016/S0921-3449(01)00058-1)

- EMOV EP. (2016). *Informe de Calidad de Aire Cuenca-2015*. Cuenca.
- ETAPA EP. (2017). Programa de Recolección y Disposición de Aceites Usados. Cuenca: ETAPA EP. Retrieved May 24, 2016, from <http://www.etapa.net.ec/Productos-y-servicios/Gestión-ambiental/Gestión-de-Desechos-y-Calidad-Ambiental/Programa-de-Recolección-y-Disposición-de-Aceites-Usados>
- Ferrando Sánchez, M., & Granero Castro, J. (2007). *Gestión y minimización de residuos* (2da ed.). Valencia: Fundación Confemetal.
- Gallegos Barrera, A. L., & Romero Velecela, A. F. (2015). *Diagnóstico de la contaminación ambiental causada por aceites usados provenientes del sector automotor y planteamiento de soluciones viables para el Gobierno Autónomo descentralizado del cantón Azogues*. UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA.
- García de Yébenes Prous, M. A. J., Rodríguez Salvanés, F., & Carmona Ortells, L. (2009). Validation of questionnaires. *Reumatología clínica*, 5(4), 171–7. <http://doi.org/10.1016/j.reuma.2008.09.007>
- Gulf Oil. (2015). *Manual Técnico Aceites Gulf*. Buenos Aires, Argentina. Retrieved from http://www.gulfoil.com.ar/faq/manual_tecnico.pdf
- INEC. (2010). *Estructura de la población Azuay 2010*.
- Lara Sigüenza, C. (2013). *Propuesta de un plan de gestión sobre la adecuada manipulación de los residuos contaminantes producidos en los talleres automotrices de la ciudad de Azogues*. Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Llanos Correa, F. J. (2013, September 1). *Propuesta para el manejo del aceite usado de vehículos automotores en el cantón Sígsig*. Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca, Cuenca, Ecuador. Retrieved from <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/5174>
- Loayza, J., & Silva, M. (2005). Diseño de métodos rápidos para la caracterización de aceites lubricantes usados. *Rev. Per. Quím. Ing. Quím*, 8(1).
- Martínez, J. (2005). *Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos*. Montevideo, Uruguay. Retrieved from http://www.ccbasilea-crestocolmo.org.uy/wp-content/uploads/2010/11/gestion_r02-fichas_tematicas.pdf
- Montes, M. (2003). *Re-refinado de aceites usados*. Universidad de Vigo. Retrieved from <http://www.miliarium.com/PremiosMiliarium/2003/RefinadoAceites/RefinadoAceites.pdf>
- Montoro Moreno, L. (2005, February 4). *Contribución al desarrollo y mejora de técnicas para la detección y análisis de partículas metálicas y contaminantes en aceites lubricantes usados*. *Riunet*. Universitat Politècnica de València, Valencia (Spain). Retrieved from <https://riunet.upv.es/handle/10251/1875>



- Moya Díaz, L. (2010). *Desde el aceite lubricante usado hasta su puesta en el mercado tras su regeneración | EOI*. Escuela de de Organización Industrial, Madrid. Retrieved from <https://www.eoi.es/es/savia/publicaciones/19424/desde-el-aceite-lubricante-usado-hasta-su-puesta-en-el-mercado-tras-su-regeneracion>
- Noria Corporation. (2012, October). Understanding the Differences in Base Oil Groups. *Machinery Lubrication*. Retrieved from <http://machinerylubrication.com/Read/29113/base-oil-groups>
- Ortiz Medina, O. L. (2007). *Evaluación de la gestión integral del manejo de aceite usado vehicular en Bogotá*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Paez, F. J. (2008). *Entendiendo sobre los grados de viscosidad SAE para transmisiones manuales y diferenciales de uso automotor*. *Machinery Lubrication* (Vol. 6). Retrieved from https://www.swissoil.com.ec/boletines/SO_BOLETIN_6_grados_viscosidad.pdf
- Palacios Aguilera, J., & Vinuesa Granda, J. (2012). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE RESTRICCIÓN DE FLUJO VEHICULAR EN LA CIUDAD DE CUENCA*. Universidad del Azuay.
- Pérez Hernández, M. del M. (2012). Estimación de incertidumbres. Guía GUM. *Revista Española de Metrología*, 13. Retrieved from http://www.e-medida.es/documentos/Numero-3/metrologia_y_ensenanza_estimacion_de_incertidumbres_guia_gum#1
- Petroleum Quality Institute of America. (2012). API Engine Oil Classification. Retrieved March 10, 2017, from <http://www.pqiamerica.com/apiserviceclass.htm>
- Phillips 66 Company. (2014). *Guía completa sobre aceites hidráulicos*. Retrieved from <http://bioindustrial.mx/archivos/ultcatalagos/hidraulicos.pdf>
- Pinos, D., Salamea, L., & Santillán, M. (2008). *Validación de encuestas sobre seguridad en preparación y conservación de los alimentos complementarios en niños menores de dos años de la población de Azogues, durante el año 2008*.
- Prado, T., Rodas, A., & Reyes, V. (2008). *Validación de encuestas sobre la lactancia materna en madres de niños menores de dos años que acuden al centro de desarrollo infantil de Azogues durante el año 2008*. Universidad de Cuenca.
- Razavieh, J. (2002). *Procedimiento para construir un instrumento de medición*. Retrieved from <http://mey.cl/apuntes/medicionunab.pdf>
- Rodríguez Castañeda, J. A., Suárez Orozco, L. M., López Arias, A., & Hernández Fierro, P. (2006). *Manual Técnico para el Manejo de Aceites Lubricantes Usados*. Bogotá.
- Rosales Morales, L. A. (2008). *Biorremediación de suelos contaminados con aceite usado de automóvil con el hongo de la pudrición blanca Pleurotus ostreatus (setas) en Durango*. Instituto Politécnico Nacional, Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Durango.
- Santacruz, F., Pillcorema, J., & Vásquez, B. (2009). *Validación de encuestas de recordatorio de consumo de alimentos en las últimas 24 horas en madres con niños menores de dos años en la ciudad de Azogues durante el año 2008*. Universidad de Cuenca. Retrieved from



<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/19681>


- Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. (2013). *Buen Vivir: Plan Nacional 2013-2017* (1. ed). Quito, Ecuador: Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo. Retrieved from <http://documentos.senplades.gob.ec/Plan Nacional Buen Vivir 2013-2017.pdf>
- Seminario, J. F., Pinos, M. A., Novillo, F., & Romero, G. (2011). Diagnóstico del desarrollo tecnológico de la ciencia de materiales en las PYMES de la ciudad de Cuenca. *Ingenius, Revista de ciencia y tecnología*, (6), 37–48. <http://doi.org/10.17163/ings.n%x>
- SENPLADES. (2014). Ficha de cifras generales cantón Cuenca-Ecuador. Retrieved March 14, 2017, from http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/Portal SNI 2014/FICHAS F/0101_CUENCA_AZUAY.pdf
- Sistema Nacional de Información Ambiental Chile. (2008). *Guía Aceites Usados Sector Transporte - Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) - Gobierno de Chile*. Santiago, Chile: Proyecto CONAMA / GTZ. Retrieved from <http://www.sinia.cl/1292/printer-47015.html>
- Streitwieser Almeida, D., Guzmán Játiva, F., & Aguirre Ortega, B. (2011). Conversión de aceite lubricante usado de automóviles a Diesel #2. *Revista Digital VI Congreso de Ciencia Y Tecnología ESPE*, 1. Retrieved from http://www.espe.edu.ec/portal/files/sitio_congreso_2011/papers/M2.pdf
- Tamayo y Tamayo, M. (2001). *El proceso de la investigación científica*. Limusa.
- Torbacke, M., Rudolphi, K., & Kassfeldt, E. (2014). *Lubricants: Introduction to Properties and Performance* (First Edit). Chichester, West Sussex, United Kingdom ; Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, Incorporated. Retrieved from <http://site.ebrary.com.v.ucuenca.edu.ec/lib/ucuenca/reader.action?docID=10845550>
- Tormos Martínez, B. (2005). *Diagnóstico de motores diésel mediante el análisis del aceite usado*. Barcelona : Reverté. Retrieved from <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10436625>
- Torres, M., & Paz, K. (2014). *Métodos de recolección de datos para una investigación*. Universidad Rafael Landívar. Retrieved from [www.tec.url.edu.gt/...](http://www.tec.url.edu.gt/)
- Torres Cobos, P. (2014). *Diseño de un plan de recolección y el re-refinamiento de los aceites lubricantes usados en la ciudad de Loja*. Universidad Internacional Del Ecuador. Retrieved from <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/146/1/T-UIDE-0105.pdf>
- Universidad Central del Ecuador. (2005). *Proyecto: Manejo ambientalmente adecuado de los desechos aceitosos en el Ecuador*. Quito.
- Vázquez Guillén, J. J. (2013). *Gestión integral del aceite automotor reciclable en Cuenca*. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador. Retrieved from <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/546>



ANEXOS

Anexo 1: Encuesta aplicada a establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz.

Encuesta aplicada en lubricadoras automotrices de la Ciudad de Cuenca



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

Proyecto de Investigación: "Análisis y definición de estrategias y escenarios para el desarrollo de sistemas de mantenimiento industrial orientado a la eficiencia energética y amigable con el ambiente en la ciudad de Cuenca".

NÚMERO DE ENCUESTA FECHA (d) (m) (a)

Datos Generales:
 Nombre del establecimiento: _____
 Tipo de establecimiento: _____
 Dirección: _____
 Coordenadas UTM: _____
 Nombre de la persona encuestada: _____
 Cargo dentro de la empresa: _____

La presente encuesta tiene la finalidad de caracterizar el manejo de los aceites de desecho de automóviles en base a su procedimiento de recolección, medios de almacenamiento y tipos de aceite recolectado en la ciudad de Cuenca. Le agradecemos por su colaboración.

Instrucciones para el encuestador:

- Lea detenidamente cada pregunta y literal al encuestado
- Siga con las instrucciones que se indican en cada pregunta.

1) **¿A quién entrega el aceite usado recolectado en su lubricadora?**
 ETAPA Particulares (Indique) _____ Otro (Indique) _____

2) **Dispone de recipientes (tanques) para separar aceites de grasas, waipe, filtros, etc. (En caso de contestar NO saltar a pregunta 4).**
 SI NO

3) **¿Los tanques se encuentran debidamente identificados y señalados?**
 SI NO

4) **Escoja las características del tipo de recipiente en el cual almacena los aceites usados (en cada literal escoja solo una alternativa).**

a) Acero galvanizado	<input type="checkbox"/>	Polietileno de alta densidad	<input type="checkbox"/>	Otro	<input type="checkbox"/>	_____
b) Cerrado	<input type="checkbox"/>	Al aire libre	<input type="checkbox"/>			
c) Con filtro	<input type="checkbox"/>	Sin filtro	<input type="checkbox"/>			
d) Con mecanismo de trasvasado	<input type="checkbox"/>	Sin mecanismo de trasvasado	<input type="checkbox"/>			
e) Superficial	<input type="checkbox"/>	Subterráneo	<input type="checkbox"/>			

5) **Escoja la descripción que corresponda al lugar en el cual se encuentra el recipiente de almacenamiento de los aceites usados (en cada nivel escoja solo una alternativa).**

a) Con cubierta	<input type="checkbox"/>	Sin cubierta	<input type="checkbox"/>
b) Con cierre perimetral	<input type="checkbox"/>	Sin cierre perimetral	<input type="checkbox"/>

6) **¿Realiza algún tipo de operación en el aceite usado desde que sale del vehículo hasta almacenarlo?**
 SI NO ¿cuál? _____

7) **¿Lleva un registro de:**

Página 1 | 2



Encuesta aplicada en lubricadoras automotrices de la Ciudad de Cuenca

a) Cantidad de aceite recolectado?

SI

NO

Cantidad (galones): _____

b) Frecuencia de recolección de ETAPA o Particulares?

Semanal

Trimestral

Bimensual

Anual

Mensual

Otro (Especifique) _____

8) ¿Cuál es el aceite más requerido para cambios? Indique con una X los tipos de aceites cambiados en este local, posteriormente colocar un número de acuerdo a la demanda de los tipos de aceite.

Tipo de aceite	Aceites cambiados en este local (Marcar con X)	Asignar un orden (1,2,3,..) según cantidad a los aceites que usa el establecimiento
5w30		
5w40		
5w50		
10w30		
10w40		
15w40		
20w50		
25w60		
70w80		
75w85		
70w85		
70w90		
80w90		
ATF		
SAE 40		
SAE 50		

9) De los vehículos que acuden al establecimiento, indique:

a) Promedio mensual de vehículos _____

b) En la siguiente tabla, indique el tipo de vehículos atendidos y asigne un orden (1,2,3,...) según cantidad de vehículos seleccionados


Nº	Tipo de automotor	Vehículos atendidos en el local (Marcar con X)	Asignar un orden (1,2,3,..) según cantidad de vehículos que llegan al establecimiento
1	Automóvil		
2	Camioneta		
3	Jeep		
4	Ómnibus		
5	Camión		
6	Tanquero		
7	Tráiler		
8	Volqueta		
9	Especial		
10	Otros		

Firma de la persona encuestada

Encuestado por: _____



Anexo 2: Encuesta aplicada a establecimientos generadores de aceite usado de origen industrial.



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS

Proyecto de Investigación: "Análisis y definición de estrategias y escenarios para el desarrollo de sistemas de mantenimiento industrial orientado a la eficiencia energética y amigable con el ambiente en la ciudad de Cuenca".

NÚMERO DE ENCUESTA FECHA (d)(m)(a)

Datos Generales:
 Nombre del establecimiento: _____
 Tipo de industria: _____
 Dirección: _____
 Coordenadas UTM: _____
 Nombre de la persona encuestada: _____
 Cargo dentro de la empresa: _____

La presente encuesta tiene la finalidad de caracterizar el manejo de los aceites de desecho de industrias en base a su procedimiento de recolección, medios de almacenamiento y tipos de aceite recolectado en la ciudad de Cuenca. Le agradecemos por su colaboración.

Instrucciones para el encuestador:

- Lea detenidamente cada pregunta y literal al encuestado
- Siga con las instrucciones que se indican en cada pregunta.

1) **¿A quién entrega el aceite usado recolectado en su empresa?**
 ETAPA Particulares (Indique) _____ Otros (Indique) _____

2) **Dispone de recipientes (tanques) para separar aceites de grasas, waipe, filtros, etc. (En caso de contestar NO saltar a pregunta 4).**
 SI NO

3) **¿Los tanques se encuentran debidamente identificados y señalados?**
 SI NO

4) **Escoja las características del tipo de recipiente en el cual almacena los aceites usados (en cada literal escoja solo una alternativa).**

a) Acero galvanizado	<input type="checkbox"/>	Polietileno de alta densidad	<input type="checkbox"/>
b) Cerrado	<input type="checkbox"/>	Al aire libre	<input type="checkbox"/>
c) Con filtro	<input type="checkbox"/>	Sin filtro	<input type="checkbox"/>
d) Con mecanismo de trasvasado	<input type="checkbox"/>	Sin mecanismo de trasvasado	<input type="checkbox"/>
e) Superficial	<input type="checkbox"/>	Subterráneo	<input type="checkbox"/>

5) **Escoja la descripción que corresponda al lugar en el cual se encuentra el recipiente de almacenamiento de los aceites usados (en cada nivel escoja solo una alternativa).**

a) Con cubierta	<input type="checkbox"/>	Sin cubierta	<input type="checkbox"/>
b) Con cierre perimetral	<input type="checkbox"/>	Sin cierre perimetral	<input type="checkbox"/>

6) **¿Realiza algún tipo de operación en el aceite usado desde que sale de la maquinaria hasta almacenarlo?**
 SI NO ¿cuál? _____

7) **¿Lleva un registro de:**



a) Cantidad de aceite recolectado?

SI

NO

Cantidad (galones): _____

b) Frecuencia de recolección de ETAPA o Particulares?

Semanal

Trimestral

Bimensual

Anual

Mensual

Otro (Especifique) _____

8) ¿Cuál es el aceite más requerido para cambios?

Tipo de aceite	Aceites cambiados en este establecimiento (Marcar con X)	Asignar un orden (1,2,3,..) según cantidad a los aceites que usa el establecimiento
ATF		
SAE 10w30		
SAE 10w40		
SAE 15w40		
SAE 20w40		
SAE 20W50		
SAE 75w85		
SAE 40		
SAE 50		
SAE 140		
ISO VG 32		
ISO VG 46		
ISO VG 68		
ISO VG 220		
ISO VG 680		
ISO VG 1000		
OTROS (¿Cuáles?)		

9) Acerca de la actividad industrial, indique:

a) Tipo de actividad de la empresa: _____

b) Identifique 3 maquinarias de este establecimiento con consumo de aceite más representativo

Nº	Maquinaria	Consumo por unidad de tiempo
1		
2		
3		

c) Aceites requeridos

Nº	Tipo de aceite requerido	Aceite usado en el local	Asignar un orden (1,2,3,..) según cantidad de aceite que se usa en el establecimiento
1	Transmisión		
2	Lubricante		
3	Refrigerante		
4	Tratamiento térmico		
5	Hidráulico		
6	Otros		

Firma de la persona encuestada

Encuestado por: _____



Anexo 3: Solicitud de participación a establecimientos generadores de aceite usado, por parte de la decana de la Facultad de Ciencias Químicas y la directora del proyecto “Análisis y definición de estrategias y escenarios para el desarrollo de sistemas de mantenimiento industrial orientado a la eficiencia energética y amigable con el ambiente en la ciudad de Cuenca”.



UNIVERSIDAD DE CUENCA
Facultad de Ciencias Químicas
Decanato

Cuenca, 27 de junio del 2016.

Sr/ Sra.
Presente.-
De mis consideraciones,

Reciba un cordial saludo. Sirva la presente para solicitarle su participación respondiendo a la encuesta que le presenta nuestro investigador, dentro del marco del proyecto titulado “Análisis y definición de estrategias y escenarios para el desarrollo de sistemas de mantenimiento industrial orientado a la eficiencia energética y amigable con el ambiente en la ciudad de Cuenca”, que actualmente es desarrollado en nuestra facultad bajo el apoyo y coordinación de la Dirección de Investigación de la Universidad de Cuenca – DIUC-.

El mencionado proyecto tiene como objetivo general:

Analizar y definir escenarios y estrategias para el desarrollo de sistemas de mantenimiento industrial orientado a la eficiencia energética y amigable con el ambiente en la ciudad de Cuenca.

Y entre sus objetivos específicos destacan:

- Caracterizar las propiedades físico-químicas de aceites de desecho de automóviles e hidráulicos en la ciudad de Cuenca, tipificados por procedimiento de recolección, medios de almacenamiento y tipos de aceite recolectados, usando técnicas de espectroscopia de absorción atómica y cromatografía de gases y técnicas estadísticas.
- Definir alternativas de purificación y reúso de los aceites residuales caracterizados, en base a las características de proceso de purificación reportados en la literatura.

Su participación es muy valiosa, en virtud de su apoyo y colaboración para la formulación inicial de este proyecto, cuyo impacto esperado es el inicio la línea de investigación en diagnóstico de fallos en procesos industriales en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Cuenca.

Cabe destacar que los datos obtenidos de la encuesta serán para uso exclusivo dentro de las actividades del proyecto.

Quedamos a la espera de su amable colaboración.

Atentamente,

MSc. Diana Jadán A
DIRECTORA DEL PROYECTO

MSc. Silvana Larriva G
DECANA DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS QUÍMICAS



UNIVERSIDAD DE CUENCA

Av. 12 de Abril y Agustín Cueva | Ciudadela Universitaria
Telfs.: 593-7 405 1000 | 405 1120 Exts.: 2400 - 24011 Fax.: 2403
www.ucuenca.edu.ec
Cuenca - Ecuador.



Anexo 4: Puntos de muestreo para caracterización físico-química

Tabla 17. Establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz sugeridos en los que se puede realizar la toma de muestras.

	<i>Nombre del establecimiento</i>	<i>Tipo de establecimiento</i>	<i>Dirección</i>	<i>¿Dispone de tanques para separar?</i>	<i>Material del recipiente</i>	<i>Cierre del recipiente de almacenado</i>	<i>Filtro del recipiente de almacenado</i>	<i>Lugar: Con cubierta o no</i>	<i>Frecuencia de recolección</i>	<i>Aceite virgen más requerido</i>
Muestra 1	Electro-Mecánica Automotriz Villa	Mecánica	Av. General Escandón s/n	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 1	Julio Auto Repair	Mecánica	Hernán Malo s/n	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 1	Auto Performance Dip	Mecánica	Cornelio Merchán y Santiago Carrasco	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 1	Tecnicentro.O.M	Lubricadora	Carlos Arízaga Vega s/n Sector Cruz Verde	SI	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 1	Kendall	Lavadora	Av. Enrique Arízaga Toral y Francisco Cisneros	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 1	Zonauto	Mecánica	Enrique Arízaga Toral y Víctor Timco esq.	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 1	Automotriz y Anexos Renault	Concesionaria de vehículos	Av. España y Sebastián de Benalcázar	SI	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 1	Talleres Cañón e hijos	Mecánica	Av. Hurtado de Mendoza y R. Hidalgo	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	80w90
Muestra 1	Daytona Motors	Mecánica	Jaime Roldós y Juan León Mera	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50



Tabla 17. Establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz sugeridos en los que se puede realizar la toma de muestras... continuación.

	Nombre del establecimiento	Tipo de establecimiento	Dirección	¿Dispone de tanques para separar?	Material del recipiente	Cierre del recipiente de almacenado	Filtro del recipiente de almacenado	Lugar: Con cubierta o no	Frecuencia de recolección	Aceite virgen más requerido
Muestra 1	Tecnico Monay	Mecánica	Guapondelig y río Palora	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 1	Automotriz Azuay	Lubricadora	Rayoloma s/n y Av. Pumapungo	SI	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 1	Lubricadora Córdova	Lubricadora	Bernal y calle del Retorno	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 1	Moto estilo	Mecánica	República y Guapondelig	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 1	Vulcanizadora López	Vulcanizadora	Hurtado de Mendoza y Quilindana	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 1	Lavadora Jordy	Lavadora	Yanahurco y Los Andes	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 1	Alianza	Mecánica	Héroes de Verdeloma y Estévez de Toral	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 2	Lobocar	Lavadora	Illimanes y Hurtado de Mendoza	No	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 2	Lobocar	Lubricadora	Av. Guapondelig	No	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 2	Taller Mecánico Chimbo	Mecánica	Av. Unidad Nacional y Av. México	No	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 2	Auto Mecanizado	Mecánica	González Suárez 9-25	No	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 3	Chicago	Mecánica	Av. Gil Ramírez Dávalos y de las Laderas	Si	Polietileno de alta densidad	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 3	Lubricadora Movil	Lubricadora	Yanaurco y Hurtado de Mendoza	Si	Polietileno de alta densidad	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50



Tabla. Establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz sugeridos en los que se puede realizar la toma de muestras...continuación.

	Nombre del establecimiento	Tipo de establecimiento	Dirección	¿Dispone de tanques para separar?	Material del recipiente	Cierre del recipiente de almacenado	Filtro del recipiente de almacenado	Lugar: Con cubierta o no	Frecuencia de recolección	Aceite virgen más requerido
Muestra 3	Lubricadora Monay	Lubricadora	Rayoloma s/n y Av. Pumapungo	Si	Polietileno de alta densidad	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 3	Lubricadora Ortiz	Lubricadora	Camino a Patamarca y Av. Del Toril	Si	Polietileno de alta densidad	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 3	Nitro Llanta	Tecnicentro	Octavio Chacón 3-80	Si	Polietileno de alta densidad	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 3	Talleres M y J	Mecánica	Abelardo J Andrade y del Socavón	Si	Polietileno de alta densidad	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	80w90
Muestra 3	Optimo Car	Vulcanizadora	Totoracocha 1-39	Si	Polietileno de alta densidad	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 4	Autoservicio Alvarado	Mecánica	Av. Hurtado de Mendoza y R. Hidalgo	Si	Otro	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	10w30
Muestra 4	Lavadora Super car wash	Lavadora	Paseo de los Cañaris s/n	Si	Otro	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	10w30
Muestra 5	Pits	Lubricadora	Av. Enrique Arízaga Toral e Isauro Rodríguez	Si	Acero galvanizado	Al aire libre	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 5	Automotriz Solano	Mecánica	Av. Ordoñez Lasso y César Andrade	Si	Acero galvanizado	Al aire libre	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 5	Mirasol	Concesionaria de vehículos	Av. Américas Milchichig	Si	Acero galvanizado	Al aire libre	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 5	Latinoamericana	Lubricadora	Hurtado de Mendoza	Si	Acero galvanizado	Al aire libre	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	SAE 40
Muestra 6	Lavadora Quezada	Mecánica	Av. 12 de abril y Remigio Tamariz	Si	Acero galvanizado	Al aire libre	Sin filtro	Sin cubierta	Bianual	20w50
Muestra 7	Tecni-Lubricantes	Lubricadora	Av. Gil Ramírez Dávalos 5-55	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Con Filtro	Con cubierta	Mensual	20w50



Tabla 17. Establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz sugeridos en los que se puede realizar la toma de muestras... continuación.

	Nombre del establecimiento	Tipo de establecimiento	Dirección	¿Dispone de tanques para separar?	Material del recipiente	Cierre del recipiente de almacenado	Filtro del recipiente de almacenado	Lugar: Con cubierta o no	Frecuencia de recolección	Aceite virgen más requerido
Muestra 7	PC Motors	Mecánica	Av. Amazonas y Rep. Dominicana	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Con Filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 7	Lubricadora Pezántez	Lubricadora	Av. Pumapungo y Pancho Villa	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Con Filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 7	Lavadora Alberto e Hijos	Lavadora	Av. Pumapungo y Oscar Romero	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Con Filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 7	TEDASA	Tecnicentro	Av. España (Milchichig)	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Con Filtro	Con cubierta	Mensual	20w50
Muestra 8	Pepe's Car	Mecánica	Andes Y Cajas	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Sin cubierta	Mensual	20w50
Muestra 8	Tecni Sur	Mecánica	Juan José Pérez y Octavio Díaz	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Sin cubierta	Mensual	20w50
Muestra 8	MARCRIXS	Mecánica	Av. De las Américas y Padre Aguirre	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Sin cubierta	Mensual	20w50
Muestra 9	Lavadora y Lubricadora American 2	Lavadora	Av. 27 de Febrero s/n y Roberto Crespo Toral	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Bianual	70w85
Muestra 9	Lavadora y Lubricadora Estrada	Lavadora	Av. Gil Ramírez Dávalos y de las Laderas	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Bianual	20w50
Muestra 9	La Casa de las Baterías	Venta de accesorios	Av. González Suarez y García Moreno	SI	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Bianual	20w50
Muestra 9	Talleres Gustavo Campo	Mecánica	Av. 12 abril y Fernandina	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Bianual	20w50



Tabla 17. Establecimientos generadores de aceite usado de origen automotriz sugeridos en los que se puede realizar la toma de muestras... continuación.

	Nombre del establecimiento	Tipo de establecimiento	Dirección	¿Dispone de tanques para separar?	Material del recipiente	Cierre del recipiente de almacenado	Filtro del recipiente de almacenado	Lugar: Con cubierta o no	Frecuencia de recolección	Aceite virgen más requerido
Muestra 9	Tecnico Victoria	Tecnico	Obispo León y Mariana Vintimilla	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Bianual	20w50
Muestra 10	Autoservicio Sánchez	Tecnico	Av. 10 de Agosto	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	10w30
Muestra 10	Asistencia Automotriz Sareon	Mecánica	Av. Guapondelig y Av. González Suárez	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	10w30
Muestra 10	Red line auto	Mecánica	Av. Loja y entrada a Narancay	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	10w30
Muestra 10	Indumot	Concesionaria	Octavio Chacón	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	10w30
Muestra 11	Lubricadora Merchán	Lubricadora	Hurtado de Mendoza y Antisana	Si	Polietileno de alta densidad	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	10w30
Muestra 12	Autoservicio Alvarado	Mecánica	Av. Hurtado de Mendoza y R. Hidalgo	Si	Otro	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	10w30
Muestra 13	Servicio Atomotriz. Auto Diesel	Mecánica	Av.General Escandón s/n Nicanor Cobos	SI	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	15w40
Muestra 13	TEDASA	Tecnico	Av. Carlos Tosi Siri	Si	Acero galvanizado	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	15w40
Muestra 14	Talleres Repart Motors	Mecánica	Carlos Arizaga Vega s/n Juan Bautista Sánchez	Si	Polietileno de alta densidad	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	15w40
Muestra 14	Talleres Ecuachile	Mecánica	Paseo Río Machángara	Si	Polietileno de alta densidad	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	15w40
Muestra 15	Autoservicio Alvarado	Mecánica	Av. Hurtado de Mendoza y R. Hidalgo	Si	Otro	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	10w30
Muestra 15	Lavadora Super car wash	Lavadora	Paseo de los Cañaris s/n	Si	Otro	Cerrado	Sin filtro	Con cubierta	Mensual	10w30

Elaborado por: La autora

Anexo 5: Testimonios del trabajo de campo



Fotografía 1. Área de almacenamiento de aceites usados Lubricadora Tintín
Dirección: Av. Pumapungo y Bajada Monay



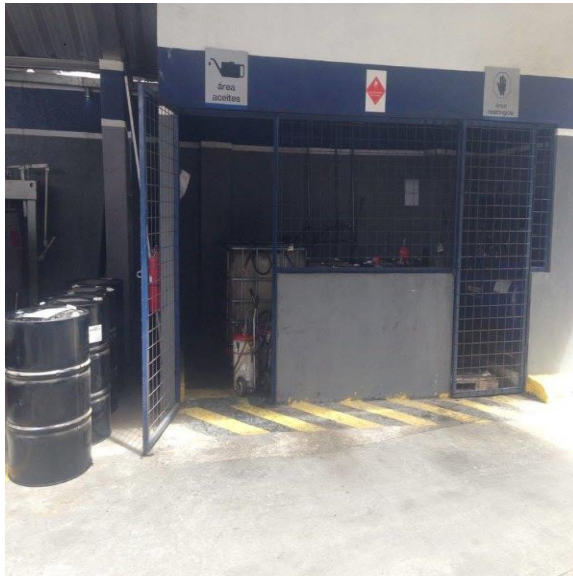
Fotografía 2: Almacenamiento de aceites usados Tecnicentro Guzmán
Dirección: Abelardo J. Andrade y Homero



Fotografía 3. Tanque de almacenamiento de aceites usados Tecnicentro Monay.
Dirección: Av. Gonzáles Suárez y Paseo de los Cañaris



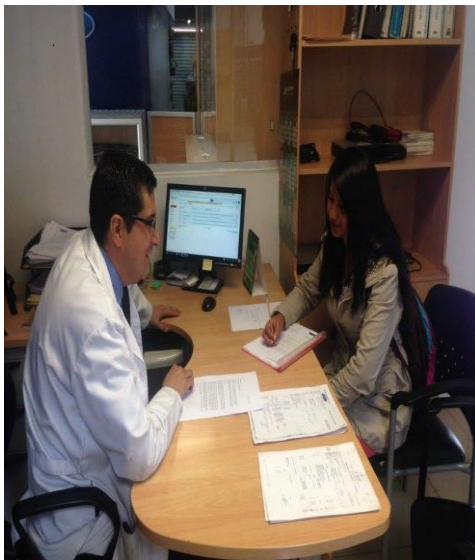
Fotografía 4. Tanque de almacenamiento de aceites usados Tecnicentro Flores.
Dirección: Av. Miraflores



*Fotografía 5. Área de almacenamiento de aceites usados Concesionaria Ford.
Dirección: Av. Gil Ramírez Dávalos*



*Fotografía 6. Tanques de almacenamiento de aceite usado Auto Servicio Sánchez
Dirección: Av. Diez De Agosto S/N Y Av. Pichincha*



*Fotografía 7. Aplicación de encuesta Concesionaria Ford
Dirección: Av. Gil Ramírez Dávalos*



*Fotografía 8. Aplicación de encuesta Auto Servicio Sánchez
Dirección: Av. Diez De Agosto S/N Y Av. Pichincha*