

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

**LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE GENERADORES, DISEÑO
DE UN PLAN DE RECOLECCIÓN Y ALTERNATIVAS PARA LA
DISPOSICIÓN FINAL DE LOS ACEITES USADOS EN EL CANTÓN
RUMIÑAHUI-PROVINCIA DE PICHINCHA**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL**

PRESENTADO POR

JOSÉ VICENTE TRUJILLO CRUZ

josesvincent@gmail.com

RENATO OMAR SUNTAXI LLUMIQUINGA

omarskc@gmail.com

DIRECTOR: ING. ANA BALAREZO Ph.D.

balarezo00@yahoo.com

Quito, febrero 2009

DECLARACIÓN

Nosotros, José Vicente Trujillo Cruz y Renato Omar Sntaxi Llumiquinga declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Renato Omar Sntaxi
Llumiquinga

José Vicente Trujillo Cruz

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los señores José Vicente Trujillo Cruz y Renato Omar Sntaxi Llumiquinga, alumnos de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Escuela Politécnica Nacional bajo mi supervisión.

ING. Ana Balarezo Ph.D.
DIRECTORA DE
PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Mis agradecimientos son para Dios por acompañarme todos estos años por brindarme salud y entendimiento para culminar una meta mas en mi vida.

A mis padres Alfonso Trujillo y Gloria Cruz, por darme la vida y nunca abandonarme cuando los necesitaba y hacer posible mis aspiraciones, por su labor inalcanzable como padres y educadores de sus hijos, a ellos les debo quien soy y seré en este planeta tierra.

A mis hermanas Mónica y Wendy, por ser más que mis hermanas, son mis amigas, un profundo agradecimiento a mis amigas de toda la vida.

A mis tías Ceci, Mari, Nora y Zuly y a mi tío Humberto, que sin su apoyo y comprensión no sería realidad el alcanzar esta meta, ellos me brindaron una segunda familia, un hogar y sobre todas las cosas cariño y afecto.

A la Dra. Ana Lucia Balarezo directora de tesis, por su guía y asesoramiento así como su amistad y apoyo para que el presente proyecto se lleve a cabo.

A mi compañero de tesis Renato, que sin su colaboración y amistad el presente proyecto no sería realidad.

A los funcionarios del Ilustre municipio del cantón Rumiñahui por su colaboración en el proyecto de titulación.

Y un agradecimiento especial para la persona que me acompaño todos los años que estuve en la universidad que desde el principio me brindo su amistad incondicional que mas que ser mi tía es mi amiga "Cecilia Trujillo".

José

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por todo lo que me ha dado hasta ahora.

A mis abuelitos, tíos, por llenarme de sabiduría, paciencia y por cuidarme hasta hoy.

A mis padres, por el apoyo incondicional en todo lo que realizo y por esforzarse para darme lo que necesito, mil gracias.

A mis hermanos, que con sus consejos me empujan a seguir adelante y hacen que mi vida sea más alegre y también por ser los mejores.

A mis primitos que hacen que mi vida sea más alegre y divertida.

A mi directora de tesis Dra. Ana Balarezo, por su generosidad y disposición para realizar este proyecto.

A los funcionarios del Departamento de Control Ambiental del cantón Rumiñahui por su colaboración en el proyecto.

A mis amigos, por los consejos y el apoyo brindado.

Muchas pero muchas gracias a todos.

Renato

DEDICATORIA

La tesis está dedicada a dos mujeres que han hecho de mi vida un sueño de nunca terminar, que son mis fortalezas y mis debilidades, que el cariño que siento por ellas prevalezca en mi corazón: a mi madre Gloria y a mí enamorada Paulina.

José

DEDICATORIA

Dedico la realización de este proyecto a mi familia, que con su paciencia me ayudaron durante todo el desarrollo, en especial a mis abuelitos José Manuel Llumiquinga y María Oña; quienes me han brindado su sabiduría; a mis padres Francisco y María, quienes me brindan su afecto y apoyo incondicional; a mis hermanos y primos: Klever, Homero, Marcelo, Camila, Michel, Daniel y Andrea, quienes me apoyaron dándome ánimos de seguir adelante y también por hacerme reír; a Lourdes, por su paciencia, amor incondicional y por ser la persona que no me dejó caer ante las adversidades; a mis maestros que supieron otorgarme su conocimiento y a todos aquellos amigos que me ayudaron en la realización de este proyecto.

Renato

ÍNDICE

	Pág.
ÍNDICE DE TABLAS.....	XII
ÍNDICE DE FIGURAS	XIV
ÍNDICE DE ANEXOS	XV
GLOSARIO DE TÉRMINOS	XVII
RESUMEN	XXII
ABSTRACT	XXIII
PRESENTACIÓN.....	XXIV
CAPÍTULO 1	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1 JUSTIFICACIÓN	4
1.2 HIPÓTESIS	4
1.3 ALCANCE	5
1.4 OBJETIVOS	6
1.4.1 OBJETIVO GENERAL.....	6
1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
1.5 IMPORTANCIA	6
CAPÍTULO 2	8
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	8
2.1 LOS ACEITES LUBRICANTES	8
2.2 COMPOSICIÓN DE LOS ACEITES LUBRICANTES	9
2.3 PRINCIPALES FUENTES DE ACEITES USADOS	13
2.4 IMPACTOS A LA SALUD Y AL MEDIO AMBIENTE.....	13
2.5 BENEFICIOS DE SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE ACEITES USADOS.....	17

CAPÍTULO 3	18
METODOLOGÍA	18
3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CANTÓN RUMIÑAHUI	18
3.1.1 DATOS GENERALES	18
3.1.1.1 Límites.....	18
3.1.1.2 Extensión.....	18
3.1.1.3 División política	18
3.1.1.4 Población.....	20
3.1.1.5 Hidrografía.....	20
3.1.1.6 Clima	21
3.1.1.7 Relieve	21
3.1.1.8 Flora y fauna	21
3.2 DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LOS ACEITES USADOS EN EL CANTÓN RUMIÑAHUI	22
3.3 ANÁLISIS DE LA ORDENANZA DEL CANTÓN RUMIÑAHUI	26
3.3.1 ANÁLISIS DE LA ORDENANZA VIGENTE	26
3.3.2 NORMATIVA NACIONAL.....	27
3.4 IDENTIFICACIÓN DE GENERADORES DE ACEITES USADOS EN EL CANTÓN RUMIÑAHUI	29
3.5 LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE FUENTES GENERADORAS DE ACEITES USADOS EN EL CANTÓN RUMIÑAHUI	30
3.5.1 METODOLOGÍA.....	30
3.5.2 ELABORACIÓN DE LA BASE DE DATOS	34
3.6 DISEÑO DEL PLAN DE RECOLECCIÓN	36
3.6.1 REQUERIMIENTOS.....	36
3.6.1.1 Base de datos de los generadores.....	36
3.6.1.2 Ubicación de los generadores.....	37
3.6.1.3 Acceso vial a los establecimientos generadores	37
3.6.1.4 Requerimientos del transporte	39
3.6.1.5 Requerimientos que debe cumplir el transportista	40
3.6.1.6 Condiciones que debe cumplir el depósito en los generadores ..	41
3.6.2 EQUIPOS	43
3.6.2.1 Centro de acopio	43
3.6.2.1.1 Área de cambio de aceite.....	44
3.6.2.1.2 Dispositivos utilizados en el manejo de aceites lubricantes (cambio de aceite).....	44
3.6.2.1.3 Recipientes	44
3.6.2.1.4 Lugar de almacenamiento.....	44
3.6.2.1.5 Extintores	45
3.6.2.1.6 Tanques de almacenamiento temporal	46
3.6.2.1.7 Material Absorbente	47

3.6.2.1.8	<i>Recipiente para el drenaje del filtro</i>	47
3.6.2.1.9	<i>Equipo de protección personal</i>	47
3.6.2.2	Transporte	48
3.6.2.2.1	<i>Bomba para cargar o descargar aceites lubricantes usados</i> ..	50
3.6.2.2.2	<i>Mangueras para cargar o descargar aceites lubricantes usados</i>	50
3.6.2.2.3	<i>Extintores</i>	51
3.6.2.2.4	<i>Material Absorbente</i>	51
3.6.2.2.5	<i>Equipos de protección personal</i>	51
3.6.3	METODOLOGÍAS	51
3.6.3.1	Diseño de un plan de recolección de acuerdo al volumen generado y a la capacidad del tanquero	52
3.6.3.2	Diseño de un plan de recolección de acuerdo a rutas de accesos y a la capacidad del tanquero	52
3.6.3.3	Diseño de un plan de recolección de acuerdo al volumen generado, rutas y a la capacidad del tanquero.....	53
3.6.4	PLAN DE RECOLECCIÓN	53
3.6.4.1	Procesamiento de la información recopilada de los generadores	53
3.6.4.2	Mapas de localización de los generadores	54
3.6.4.3	Evaluación del volumen generado y determinación de los establecimientos que generan mayor cantidad de aceite lubricante usado	55
3.6.4.4	Volumen del tanque recolector, vías de acceso a los establecimientos y recolección del aceite lubricante usado	60
CAPÍTULO 4	66
RESULTADOS	66
4.1 ALTERNATIVAS DE DISPOSICIÓN FINAL	66
4.1.1	RE-UTILIZACIÓN EN OTROS USOS	66
4.1.2	REGENERACIÓN	68
4.1.2.1	Ácido-arcilla.....	70
4.1.2.2	Destilación a vacío-arcilla	70
4.1.2.3	Destilación en vacío e hidro-tratamiento (Proceso K.T.I.)	71
4.1.2.4	Proceso Meincken.....	71
4.1.2.5	Proceso selecto propano ácido-arcilla.....	72
4.1.2.6	Proceso selecto propano-hidroterminado.....	72
4.1.2.7	Proceso Berk.....	72
4.1.2.8	Proceso PROP	73
4.1.2.9	Extracción por solvente	74
4.1.3	VALORACIÓN ENERGÉTICA.....	76
4.1.4	DESTRUCCIÓN EN INCINERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS	77
4.1.5	LA MEJOR ALTERNATIVA PARA EL CANTÓN RUMIÑAHUI.....	81
4.1.5.1	La regeneración de aceites usados como alternativa de disposición final de los aceites usados en el cantón Rumiñahui	82

4.1.5.2 Valoración energética como alternativa de disposición final para el cantón Rumiñahui	86
CAPÍTULO 5	93
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
5.1 CONCLUSIONES.....	93
5.2 RECOMENDACIONES	95
BIBLIOGRAFÍA	97

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
TABLA 2. 1 COMPOSICIÓN MEDIA DE UN ACEITE LUBRICANTE VIRGEN DE BASE MINERAL	10
TABLA 2. 2 COMPOSICIÓN MEDIA DE ACEITE USADO SEGÚN SU PROCEDENCIA	12
TABLA 2. 3 COMPOSICIÓN DE CONTAMINANTES PRESENTES EN UN ACEITE USADO	12
TABLA 3. 1 MUESTRA DE LUBRICADORAS Y LAVADORAS GENERADORAS DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	34
TABLA 3. 2 MUESTRA DE ESTACIONES DE SERVICIOS GENERADORAS DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	35
TABLA 3. 3 MUESTRA DE MECÁNICAS GENERADORAS DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	35
TABLA 3. 4 MUESTRA DE CONCESIONARIOS GENERADORES DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	35
TABLA 3. 5 MUESTRA DE INDUSTRIAS GENERADORAS DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	35
TABLA 3. 6 MUESTRA DE VÍAS ARTERIALES AL CANTÓN RUMIÑAHUI.....	38
TABLA 3. 7 MUESTRA DE VÍAS COLECTORAS AL CANTÓN RUMIÑAHUI.....	38
TABLA 3. 8 MUESTRA DE VÍAS EXPRESAS AL CANTÓN RUMIÑAHUI	38
TABLA 3. 9 MUESTRA DE ESTABLECIMIENTOS GENERADORES DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	54
TABLA 3. 10 CLASIFICACIÓN DE ESTABLECIMIENTOS SEGÚN SU SERVICIO Y VOLUMEN GENERADO	54
TABLA 3. 11 ESTABLECIMIENTOS CON MAYOR VOLUMEN DE GENERACIÓN DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	56
TABLA 3. 12 ESTABLECIMIENTOS CON CAPACIDAD DE GENERAR ENTRE 1 A 2 GAL MENSUALES DE ACEITES LUBRICANTES USADOS.....	56
TABLA 3. 13 ESTABLECIMIENTOS GENERADORES DE ACEITES LUBRICANTES USADOS CON CAPACIDAD DE GENERACIÓN MENOR A UN GALÓN MENSUAL	57
TABLA 3. 14 VOLUMEN DE ACEITE LUBRICANTE USADO GENERADO POR LOS VEHÍCULOS MATRICULADOS EN EL CANTÓN RUMIÑAHUI EN EL AÑO 2005 ..	58

TABLA 3. 15 ESTABLECIMIENTOS QUE REALIZAN CAMBIOS DE ACEITE EN EL CANTÓN	59
TABLA 3. 16 ESTABLECIMIENTOS QUE SERÁN RECOLECTADOS EN LA RUTA 1	62
TABLA 3. 17 ESTABLECIMIENTOS QUE SERÁN RECOLECTADO EN LA RUTA 2.....	64
TABLA 4. 1 CONDICIONES DEL COMBUSTIBLE (BUNKER) EMPLEADO EN LAS FABRICAS DE CEMENTO COMPARADO CON EL COMBUSTIBLE ALTERNO (ACEITE USADO).....	89
TABLA 4. 2 PRECIO DE VENTA DE COMBUSTIBLE EN TERMINAL.....	89
TABLA 4. 3 NIVELES PERMISIBLES DE CONTAMINANTES Y PROPIEDADES EN EL ACEITE LUBRICANTE USADO	90

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 2.1 CONTAMINACIÓN DEL AGUA POR ACEITE LUBRICANTE USADO	17
FIGURA 3.1 PARROQUIAS URBANAS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI	19
FIGURA 3.2 POBLACIÓN POR SEXO EN EL CANTÓN RUMIÑAHUI	20
FIGURA 3.3 CAMBIO DE ACEITE REALIZADO EN LAVADORA DE AUTOS	23
FIGURA 3.4 CAMBIO DE ACEITE REALIZADO EN ESPACIOS PÚBLICOS	24
FIGURA 3.5 ALMACENAMIENTO INADECUADO DE LOS ACEITES LUBRICANTES USADOS ...	25
FIGURA 3.6 SUELOS CONTAMINADOS POR CAUSA DE LOS ACEITES LUBRICANTES USADOS.....	26
FIGURA 3.7 MAPA VIAL DEL CANTÓN RUMIÑAHUI.....	39
FIGURA 3.8 EXTINTORES CONTRA INCENDIOS Y SUS COMPONENTES.....	45
FIGURA 3.9 TANQUE DE ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE 55 GALONES	46
FIGURA 3.10 EQUIPOS DE SEGURIDAD PERSONAL.....	47
FIGURA 3.11 ETIQUETAS DE ADVERTENCIA EN EL TRANSPORTE DE RESIDUOS PELIGROSOS	49
FIGURA 3.10 CAMIÓN CISTERNA CON CAPACIDAD DE 1200 GAL	61
FIGURA 4.1 PLANTA DE REPROCESAMIENTO DEL ACEITE LUBRICANTE USADO	67

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO N°1 CONTAMINANTE DEL ACEITE LUBRICANTE USADO EN EL ECUADOR
- ANEXO N°2 LISTA DE ESTABLECIMIENTOS GENERADORES DE ACEITES LUBRICANTES USADOS
- ANEXO N°3 LISTADO DE LUBRICADORAS Y LAVADORAS GENERADORAS DE ACEITES LUBRICANTES USADOS
- ANEXO N°4 LISTADO DE ESTACIONES DE SERVICIO GENERADORAS DE ACEITES LUBRICANTES USADOS
- ANEXO N°5 LISTADO DE TALLERES MECÁNICOS GENERADORES DE ACEITES LUBRICANTES USADOS
- ANEXO N°6 LISTADO DE CONCESIONARIOS GENERADORES DE ACEITES LUBRICANTES USADOS
- ANEXO N°7 LISTADO DE INDUSTRIA GENERADORAS DE ACEITES LUBRICANTES USADOS
- ANEXO N°8 VOLUMEN GENERADO POR CADA ESTABLECIMIENTO
- ANEXO N°9 CLASIFICACIÓN DE LOS ESTABLECIMIENTOS SEGÚN SU ACTIVIDAD Y VOLUMEN GENERADO
- ANEXO N°10 VÍAS ALTERNAS, COLECTORAS Y EXPRESAS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI
- ANEXO N°11 LEGISLACIÓN NACIONAL
- ANEXO N°12 VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA RECOLECCIÓN DE ACEITES LUBRICANTES USADOS
- ANEXO N°13 TIEMPOS DE RECOLECCIÓN DE LA RUTA 1 Y RUTA 2
- ANEXO N°14 UBICACIÓN DE LUBRICADORAS Y LAVADORAS GENERADORAS DE ACEITES LUBRICANTES USADOS
- ANEXO N°15 UBICACIÓN DE ESTACIONES DE SERVICIO GENERADORES DE ACEITES LUBRICANTES USADOS
- ANEXO N°16 UBICACIÓN DE TALLERES MECÁNICOS GENENERADORES DE ACEITES LUBRICANTES USADOS
- ANEXO N°17 UBICACIÓN DE CONCESIONARIOS GENERADORES DE ACEITES LUBRICANTES USADOS

**ANEXO N°18 UBICACIÓN DE INDUSTRIAS GENERADORAS
DE ACEITES LUBRICANTES USADOS**

**ANEXO N°19 UBICACIÓN GENERAL DE ESTABLECIMIENTOS GENERADORES
DE ACEITES LUBRICANTES USADOS**

ANEXO N°20 ZONAS CON MAYOR NÚMERO DE ESTABLECIMIENTOS

**ANEXO N°21 MAPA DE LAS VÍAS ALTERNAS, COLECTORAS Y EXPRESAS
DEL CANTÓN RUMIÑAHUI**

**ANEXO N°22 MAPA DE LA RUTA 1 DE RECOLECCIÓN DE GENERADORES
DE ACEITES LUBRICANTES USADOS**

**ANEXO N°23 MAPA DE LA RUTA 2 DE RECOLECCIÓN DE GENERADORES
DE ACEITES LUBRICANTES USADOS**

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Aceite usado: comprende a los aceites de origen mineral, que durante el uso perdieron sus propiedades características, volviéndose inapropiados para continuar su utilización con el mismo propósito. Comprenden a los aceites lubricantes de motores (de vehículos y maquinas industriales), los fluidos hidráulicos y de transmisión, aceites de corte, de transferencia de calor y los aceites dieléctricos provenientes de transformadores y condensadores.

Ambiente: entorno, en el cual una organización opera, incluyendo el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y su interrelación. En este contexto, el entorno se extiende desde el interior de una organización hasta el sistema global.

Autoridad competente: es la facultada para la aplicación y la exigencia del cumplimiento de lo dispuesto en la Ley.

Contaminación de aguas subterráneas: cualquier alteración de las propiedades físico, química, biológicas de las aguas subterráneas, que pueda ocasionar el deterioro de la salud, la seguridad y el bienestar de la población, comprometer su uso para fines de consumo humano, agropecuario, industriales, comerciales o recreativos, y/o causar daños a la flora, a la fauna o al ambiente en general.

Desecho peligroso: es todo aquel desecho, en cualquier estado físico que por sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, reactivas, explosivas, inflamables, biológicas, infecciosas o irritantes, representan un peligro para la salud humana, el equilibrio ecológico o al ambiente.

Descargar: acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor o a un sistema de alcantarillado en forma continua, intermitente o fortuita.

Descarga contaminante: acción de verter, infiltrar, depositar o inyectar aguas, sustancias o desechos, en forma continua, intermitente o fortuita, que contaminen o alteren la calidad de un cuerpo receptor. A efecto de esta norma, se refiere como cuerpo receptor al recurso suelo.

Disposición de residuos peligrosos: colocación final o destrucción de desechos considerados peligrosos, así como pesticidas u otros químicos, suelos contaminados, recipientes que han contenido materiales peligrosos removidos o abandonados. La disposición puede ser llevada a cabo a través de rellenos sanitarios de seguridad, pozo de inyección profunda, incineración, encapsulamiento, fijación u otra técnica aprobada. Dentro de esta definición, no se incluyen los desechos radiactivos debido a que estos se encuentran regulados por la Comisión de Energía Atómica.

Educación ambiental: proceso continuo y permanente, que constituye una dimensión de la educación integral de todos los ciudadanos, orientada a que en la adquisición de conocimientos, desarrollo de hábitos, habilidades, capacidades y actitudes y en la formación de valores, se armonicen las relaciones con los seres humanos y de ellos con el resto de la sociedad y la naturaleza para propiciar el desarrollo de los procesos económicos, sociales y culturales hacia el desarrollo sostenible.

Generador: persona natural o jurídica, cuyas actividades o procesos productivos producen desechos sólidos, líquidos y gaseosos.

Gestión ambiental: conjunto de actividades, mecanismos, acciones e instrumentos, dirigidos a garantizar la administración y uso racional de los recursos naturales mediante la conservación, mejoramiento, rehabilitación y monitoreo del ambiente. La gestión ambiental aplica la política ambiental establecida mediante un enfoque multidisciplinario.

Incineración: proceso controlado en cuanto a los factores de temperatura y oxigenación para quemar desechos sólidos y líquidos.

Impacto ambiental: cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, total o parcialmente resultante de las actividades, productos o servicios de una organización.

Límite permisible: valor máximo de concentración de elemento(s) o sustancia(s), en los diferentes componentes del ambiente, determinando a través de métodos estandarizados, y reglamentado a través de instrumentos legales.

Manejo integral: es la adopción de todas las medidas necesarias en las actividades de prevención, reducción y separación en la fuente, acopio, almacenamiento, transporte, aprovechamiento y/o valorización, tratamiento y/o disposición final de aceites usados, individualmente realizadas o combinadas de manera apropiada, para proteger la salud humana y el ambiente contra los efectos nocivos temporales y/o permanentes que puedan derivarse de tales residuos o desechos.

Material peligroso: es aquel que, durante su normal manejo, transporte y almacenamiento, puede representar un peligro para la integridad de los seres humanos, animales y medio ambiente.

Metales pesados: metales de número atómico elevado, como cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo, y zinc, entre otros, que son tóxicos en concentraciones reducidas y tienden a la bioacumulación.

PCB'S: bifenilos policlorados; cualidades como su resistencia externa a la ruptura química y biológica a través de procesos naturales, lo convierten en un contaminante de alta peligrosidad.

Polimerización: es un proceso químico por el que los reactivos, monómeros (compuestos de bajo peso molecular) se agrupan químicamente entre sí, dando lugar a una molécula de gran peso, llamada polímero. Este proceso conduce a la formación de residuos en los motores.

Política ambiental: declaración realizada por la organización de sus intenciones y principios en relación con su desempeño ambiental global, que proporciona un marco para la acción y para establecer sus objetivos y metas ambientales.

Pretratamiento: operación que mediante la modificación de las características físicas o químicas del aceite usado persigue una mayor facilidad para su tratamiento, recuperación, regeneración o combustión.

Reciclaje: operación de separar, clasificar selectivamente a los desechos para utilizarlos convenientemente. El término reciclaje se refiere cuando los desechos clasificados sufren una transformación para luego volver a utilizarse.

Regeneración: tratamiento a que es sometido el aceite lubricante usado a efectos de devolverle las cualidades originales que permitan su reutilización.

Reprocesamiento: proceso de limpieza del aceite lubricante usado en el que se mueven contaminantes insolubles y productos de la oxidación.

Re-refinamiento: equivalente a regeneración.

Residuo peligroso: aquellos provenientes de cualquier actividad y en cualquier estado físico que, por la magnitud o modalidad de sus características corrosivas, tóxicas, venenosas explosivas, inflamables, biológicamente perniciosas, infecciosas, irritantes o cualquier otra, representen un peligro para la salud humana y el medio ambiente.

Toxicidad: se considera tóxica a una sustancia o materia cuando debido a su cantidad, concentración o características físico, químicas o infecciosas presenta el potencial de:

a) Causar o contribuir de modo significativo al aumento de la mortalidad, al aumento de enfermedades graves de carácter irreversible o a las incapacitaciones reversibles.

- b) Que presente un riesgo para la salud humana o para el ambiente al ser tratados, almacenados, transportados o eliminados de forma inadecuada.

- c) Que presente un riesgo cuando un organismo vivo se expone o está en contacto con la sustancia tóxica.

RESUMEN

El presente proyecto se fundamenta en levantar el catastro de generadores, diseñar un plan de recolección e identificar las alternativas de disposición final de los aceites lubricantes usados en el cantón Rumiñahui, para permitir un manejo adecuado y que prevenga la contaminación al medio ambiente. Para lo cual se realizó un diagnóstico de la situación actual del manejo de los aceites lubricantes usados con visitas a los establecimientos donde se generan, obteniendo una base de datos que contiene la siguiente información: volumen generado, tipo, dirección y nombre del establecimiento.

En base al diagnóstico, se diseñó un plan de recolección, considerando las principales vías de acceso obtenidas del levantamiento del catastro. Por otra parte, se investigó las tecnologías existentes para la disposición final de este residuo como la reutilización, regeneración o re-refinación, valoración energética e incineración y se concluyó que la mejor alternativa es la valoración energética por ser la más adecuada para el cantón Rumiñahui, debido a que se aprovecha la infraestructura ya existente en las industrias de cemento en el país, y la necesidad continua de combustible de estas industrias.

ABSTRACT

The present project is based on listing and locating thru a cadastre, the used oil generators in the canton Rumiñahui, Provincia de Pichincha-Ecuador, to design a collection plan and to identify the best alternative of its final disposition. First of all, a diagnosis on the current situation of used oil management was carried out, which included visits to the generator establishments to get general information such as: establishment name, address, used oil type and volume generated by month, among other data.

The design of the collection plan was based on the information analysis about the volume generated and the access routes by each establishment, data gathered in the database built up thru the cadastre. On the other hand, a literature review on disposal of used oil was carried out by analyzing the current technologies such as the reuse, regeneration or re-refining, energy overvaluation and incineration.

The project concludes that the best alternative of used oil disposal, in the canton Rumiñahui, is energy overvaluation for being the most appropriate, due to the fact that, it takes advantages of the already existing infrastructure in cement industry around the country, and the increasing need of fuel by these industries.

PRESENTACIÓN

El estudio para levantar el catastro de generadores, diseñar un plan de recolección e identificar las alternativas de disposición de los aceites lubricantes usados en el cantón Rumiñahui se desarrollo en cuatro capítulos.

El capítulo 1, presenta por un lado, una breve introducción de la problemática actual de los residuos peligrosos con énfasis en los aceites lubricantes usados; y por otro, los objetivos e importancia que persigue el presente estudio.

En el capítulo 2, se realiza un análisis bibliográfico de los aceites lubricantes, incluyendo: definiciones, tipos, características, afectación a la salud humana y medio ambiente.

En el capítulo 3, se lleva a cabo el diagnóstico de la problemática de los aceites lubricantes usados, el análisis de la ordenanza y el levantamiento del catastro de los establecimientos generadores, con el fin de realizar el plan para su recolección.

En el capítulo 4, se hace una revisión de las tecnologías de existentes para la disposición final de los aceites usados, y la selección de la mejor alternativa para el cantón.

En el capítulo 5, se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas a partir del presente estudio.

El producto de este trabajo es así un instrumento de gestión de los aceites lubricantes usados dentro del cantón, que a futuro se podría implementar como referencia para el manejo integrado de los residuos aceitosos.

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN

En una sociedad globalizada y como país enfrentamos diversos desafíos en materia de crecimiento y desarrollo, extendiéndose con ello la importancia del rol que tiene la preservación y conservación del medio ambiente, como un factor de competitividad y de una mejor calidad de vida para el desarrollo sustentable de nuestra sociedad.

Los residuos peligrosos son aquellos provenientes de cualquier actividad y en cualquier estado físico que, por la magnitud o modalidad de sus características corrosivas, tóxicas, venenosas, explosivas, inflamables, biológicamente perniciosas, infecciosas, irritantes o cualquier otra, representen un peligro para la salud humana y el medio ambiente (21).

Los aceites lubricantes usados, considerados residuos peligrosos, comprende a los aceites de origen mineral y sintéticos, que durante el uso perdieron sus propiedades características, volviéndose inapropiados para continuar su utilización con el mismo propósito, incluye a los aceites lubricantes de motores (de vehículos y maquinas industriales), los fluidos hidráulicos y de transmisión, aceites de corte, de transferencia de calor y los aceites dieléctricos provenientes de transformadores y condensadores (8).

La cantidad generada de aceite lubricante usado ha aumentado en relación directa con el crecimiento poblacional y el desarrollo económico y productivo de los países.

En países desarrollados en general por su elevada concientización ambiental por parte de los gestores y generadores de aceites lubricantes usados, han

desarrollado diferentes procesos para su adecuada disposición. A nivel mundial hay dos tendencias: la utilización como combustible industrial, denominada “valorización energética” y la regeneración o conocida como “re-refinación” (17).

La demanda mundial de aceites lubricantes llega aproximadamente a 40 millones de toneladas año. En los Estados Unidos se consumen unos 7,6 millones de toneladas al año de lubricantes, en Japón 2,2 millones, en la Unión Europea 4,7 millones (11).

En Europa la utilización del aceite lubricante usado como combustible es una práctica desarrollada ampliamente, llegando a reemplazar hasta un 50 % de los combustibles tradicionales, en mezclas de aceite usado con los combustibles convencionales. La mayor aplicación de esta valorización energética ha sido en la quema de hornos de clinker para la producción de cemento (17).

Estudios realizados en las industrias de cemento muestran que cuando son quemados combustibles alternativos, como es la mezcla de un combustible convencional con aceite lubricante usado, en lugar de combustibles convencionales puros, no hay incrementos significativos de las emisiones de partículas, componentes orgánicos, cloruros de hidrogeno u otros contaminantes (Depuroil S.A.).

En el 2005, el Ecuador consumió alrededor de 20 millones de galones de aceite lubricante, el 60 % del aceite lubricante se destinó al consumo de automotores y el 40% a empresas marítimas e industria (Banco Central del Ecuador).

En general, debido a que no hay producción nacional de aceites lubricantes para uso en motores, transportación, construcción, agricultura y aplicaciones industriales, estos ingresan al país vía importación a través de las diferentes comercializadoras multinacionales tales como: Texaco, Primax, Repsol YPF, Exxon Mobil (3).

Las importaciones de aceite virgen que ingresa al país se realiza de dos formas, la primera como base mineral del aceite, el cual de acuerdo a especificaciones de la marca (Havoline, Mobil, Exxon, Esso, Chevron, Ursa, etc) es procesado en plantas locales donde se agregan aditivos y se regula la viscosidad, para luego ser envasado y entregado a la compañía dueña de la franquicia o representante de la marca internacional para su distribución en el mercado nacional. La segunda como producto final ya envasado y listo para ser comercializado.

A nivel nacional, gran parte del aceite lubricante usado de automotores generalmente se recupera en un mercado informal; y parcialmente de manera planificada y controlada en las ciudades de Quito, Cuenca e Ibarra, a través de gestores concesionados por el Ministerio del Ambiente y Gobiernos Seccionales (3). Sin embargo los desechos sólidos tales como, filtros, embases metálicos y plásticos y textil impregnados de residuos aceitosos, en su totalidad son confinados al relleno sanitario en el mejor de los casos y en su mayoría en los botaderos de basura locales (3).

1.1 JUSTIFICACIÓN

El gran desarrollo urbanístico e industrial por el cual se encuentra atravesando el cantón Rumiñahui está generando problemas de contaminación ambiental, que merecen ser estudiados, atendidos y resueltos, uno de ellos es la inadecuada disposición de aceites lubricantes usados generados por comercios e industrias, provocando efectos a la salud humana y medio ambiente.

Es necesario demostrar que no existe un control adecuado en la eliminación de aceites lubricantes usados de comercios e industrias asentadas en el cantón.

El tema de investigación desarrollado pretende dar una solución al manejo inadecuado de los aceites usados, primero a través de un diagnóstico de la problemática actual; segundo del levantamiento de un catastro de generadores, diseño de un plan de recolección y tercero una propuesta de la alternativa adecuada para disposición final de los aceites lubricantes usados en el cantón.

Con la realización de este estudio las autoridades del Ilustre Municipio de Rumiñahui tendrán una importante herramienta y base de datos para la toma de decisiones relativa a la contaminación producida por el incorrecto manejo de los aceites lubricantes usados y así poder crear las respectivas ordenanzas de control.

1.2 HIPÓTESIS

Saber cuál es la cantidad de aceites usados que está generando el cantón Rumiñahui para poder diseñar un adecuado plan de recolección y recomendar la mejor alternativa de disposición final.

El Ilustre Municipio Rumiñahui podrá contar con una herramienta de gestión ambiental que ayudará en la creación de la ordenanza para el manejo adecuado de los aceites lubricantes usados.

1.3 ALCANCE

El presente estudio involucra la gestión de los residuos peligrosos en el cantón Rumiñahui; que inicia con un análisis de la problemática actual del manejo de los mismos a través de un diagnóstico, levantamiento del catastro, rutas de recolección, volúmenes generados y diseño de un plan de recolección.

El diagnóstico sobre el manejo de los aceites usados, resultará en sectorizar los problemas ambientales que afectan al cantón.

El levantamiento del catastro de los establecimientos que generan aceites lubricantes usados en el cantón abarco únicamente a los establecimientos que generen estos residuos y excluyen a aquellos establecimientos como: talleres mecánicos que solo realizan, la revisión eléctrica, balanceo, alineación, zapatas, etc., otros establecimientos que prestan el servicio de lavado de automóviles y vulcanizadoras.

Se diseñó un plan de recolección que encerró toda el área del cantón Rumiñahui, el mismo que contiene una base de datos de aquellos establecimientos que generen aceites lubricantes usados, con la respectiva ubicación, volumen de generación y actividad que realizan. Se consideraron rutas viales de acceso a los establecimientos y al cantón Rumiñahui, para realizar los recorridos de recolección; esta información se encuentra en mapas anexados al estudio.

Como punto final se propuso la alternativa más viable para el cantón previo a una investigación de las tecnologías existentes para la disposición final de los aceites lubricantes usados.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Levantar el catastro de generadores, diseñar un plan de recolección e identificar las alternativas de disposición de los aceites lubricantes usados en el cantón Rumiñahui, que permita un manejo adecuado y prevenga la contaminación al medio ambiente.

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un diagnóstico de la situación actual.
- Realizar el catastro de generadores.
- Diseñar un plan de recolección para los volúmenes generados.
- Investigar las tecnologías existentes para la disposición final.
- Proponer la alternativa adecuada para la disposición final.

1.5 IMPORTANCIA

Los aceites lubricantes usados son considerados residuos peligrosos generados en el sector industrial y las empresas de servicios, principalmente por el sector de transporte, los mismos que sin una adecuada gestión pueden causar daños a la salud y al medio ambiente, fundamento por el cual nace la importancia de darle un adecuado manejo y una disposición final, así como promover la adopción de medidas para reducir la generación de estos residuos peligrosos.

En caso de no ser recogido adecuadamente el aceite lubricante usado produce graves problemas a la salud y al medio ambiente que a continuación se mencionan:

- El aceite usado de motor contiene hidrocarburos que no son biodegradables.

- Si son vertidos directo en el suelo, destruyen el humus vegetal e infertiliza al suelo y puede contaminar aguas subterráneas.
- Si son vertidos a cuerpos hídricos forman una película impermeable en la superficie de las aguas impidiendo su oxigenación y produciendo la muerte de vida aeróbica.
- Si son eliminados a través de las alcantarilladas, produce la destrucción de bacterias de los sistemas de tratamiento.
- Contiene aditivos que generan cenizas contaminando el aire.
- Contienen componentes cancerígenos.
- Producen severos daños en la piel.

Al aprovechar el aceite lubricante usado como materia prima, se está reduciendo la cantidad de residuos, mejorando la situación ambiental y a su vez se está disminuyendo el uso de recursos naturales no renovables, como es el petróleo.

CAPÍTULO 2

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 LOS ACEITES LUBRICANTES

Un aceite lubricante es un líquido usado para disminuir la fricción entre dos superficies, éstos son usados en el interior de los motores donde las condiciones de operación hacen que después de cierto periodo de uso se degraden en compuestos cuyas características no permiten su utilización como lubricantes (21).

La mayoría de los aceites lubricantes son de color entre amarillo y castaño claro, usualmente tienen un olor similar al querosén, son inflamables y al quemarse generan temperaturas de 177 a 329 °C (21).

El aceite lubricante cumple con las siguientes funciones:

- Evitar el contacto directo entre superficies con movimiento relativo reduciendo así la fricción y sus funestas consecuencias como: calor excesivo, desgaste, ruido, golpes, vibración, etc.
- No permitir la formación de residuos gomosos.
- No permitir la formación de lodos.
- Mantener limpias las piezas del motor.
- Formar una película continua y resistente.
- Permitir la evacuación de calor.

Luego de cumplir con su ciclo de operación los aceites lubricantes sufren una descomposición y requieren ser reemplazados. Uno de los productos resultantes del uso del aceite es el hollín, resultante de la combustión parcial de

hidrocarburos, los tamaños de estas partículas varían de 0,5 a 1,0 μm , por lo que es muy difícil filtrarlas y generalmente se encuentran muy dispersas.

2.2 COMPOSICIÓN DE LOS ACEITES LUBRICANTES

Los aceites lubricantes están constituidos por una base lubricante y una serie de aditivos; dependiendo del uso, la base lubricante será mineral (proveniente del petróleo crudo o hidrocarburífera) y sintética o vegetal, siendo la primera la de mayor uso.

- a) **Base mineral.-** resultan de la refinación del petróleo y sus características están determinadas por el tipo de crudo y el proceso específico de refinación utilizado. Están formados por una gran variedad de compuestos orgánicos, la mayoría aromáticos policíclicos (HAPs). Según la naturaleza del petróleo, los aceites lubricantes pueden ser de tipo parafínicos, nafténicos y aromáticos (8).
- b) **Bases sintética.-** se fabrican mediante procesos especiales distintos a la refinación y poseen componentes de bajo peso molecular que por reacción química en su uso se transforman en fluidos de más alto peso molecular. Las principales son: ésteres carboxílicos, ésteres, polialfaolefinas, polialquilenglicoles, ésteres de ácido fosfórico, polímeros de silicona, polímeros fluorados o clorados entre otros (8).

Las bases sintéticas presentan mayores ventajas por su amplio rango de temperaturas de operación, mayor resistencia a la oxidación, ahorro de energía, reducido mantenimiento y menor uso de aditivos. Se pueden clasificar en:

- Oligómeros olefinicos.
- Esteres orgánico.
- Poliglicoles.
- Fosfato esterres.

- c) Base lubricante semi-sintética.-** se obtienen de una mezcla de aceites sintéticos y minerales. Sus propiedades son también muy superiores a los de base mineral, ya que retienen las propiedades características de los aceites sintéticos.
- d) Base lubricante vegetal.-** tienen tasas de biodegradación más altas que el aceite mineral, por lo que son usadas para producir “aceites verdes” o biodegradables. Estos aceites combinados con los aditivos correctos pueden ser biodegradables y no tóxicos.

La tabla 2.1 presenta los porcentajes típicos de la composición media de un aceite mineral virgen y la función de los diferentes aditivos, los cuáles en términos generales permiten aumentar su rendimiento eficiencia y vida útil.

Tabla 2. 1 Composición media de un aceite lubricante virgen de base mineral

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

Fuente: Martínez y Mallo, 2007

Los aceites lubricantes usados adquieren concentraciones elevadas de metales pesados como Pb, Cd, Cr, As y Zn producto principalmente del desgaste del motor o maquinaria que lubrico; y secundariamente del contacto con el combustible, como es el caso de la presencia de plomo de naftas en gasolinas que contienen tetraetilo de plomo como antidetonante. Adicionalmente y con

frecuencia, se encuentran solventes clorados tales como tricloroetano, tricloroetileno y percloroetileno, provenientes del proceso de refinación del petróleo y de la reacción del aceite con los compuestos halogenados de los aditivos. Otros contaminantes presentes son el azufre y hollín generados en la combustión (8).

Los lubricantes derivados del petróleo son hidrocarburos, por lo que se descomponen cuando están sometidos a altas temperaturas, esto hace que el aceite se oxide o se polimerice. La oxidación y la polimerización depende en mayor grado del tipo de base lubricante de que esté compuesto el aceite y del grado de refinamiento que posea, aunque es posible reducir y evitar estos procesos mediante la utilización de aditivos antioxidantes (12).

La descomposición de los aceites de motor se debe especialmente a una reacción de oxidación. Esta reacción en los hidrocarburos en fase líquida suele deberse a una reacción de radicales en cadena. La reacción no se inicia hasta pasado un cierto periodo de inducción, el cual corresponde al intervalo necesario para la formación de los peróxidos (que actúan como catalizadores), durante éste periodo la oxidación del aceite es muy débil. Dado que las altas temperaturas aceleran esta reacción en el motor, la oxidación se produce de forma muy rápida, en particular por la elevada temperatura que alcanzan las piezas próximas a la cámara de combustión, mientras más baja sea la temperatura de operación, menor será el grado de deterioro del aceite lubricante.

En condiciones ideales de funcionamiento no habría necesidad de cambiar un aceite lubricante, la base lubricante no se gasta, se contamina y los aditivos son los que soportan las críticas condiciones de funcionamiento. En todos los casos, como consecuencia de su utilización se degradan perdiendo las cualidades que le hacían operativos y se hace necesaria su sustitución, generándose un residuo que puede ser variable en cantidad y composición, dependiendo de la procedencia. En las tablas 2.2 y 2.3 se presentan ejemplos de la composición de contaminantes presentes en un aceite lubricante usado según su utilización y de forma general.

Tabla 2. 2 Composición media de aceite usado según su procedencia

Composición media de un aceite usado			
Contaminantes	Concentración (ppm)		
	Aceites de automoción		Aceite de procedencia industrial
	Motor gasolina	Motor Diesel	
Cadmio	1.7	1.1	6.1
Cromo	9.7	2.0	36.8
Plomo	2.2	29.0	217.7
Zinc	951.0	332.0	373.3
Cloro Total	3600.0	3600.0	6100
PCB's	20.7	20.7	957.2

Fuente: Pantoja y Moreno, 1995.

Tabla 2. 3 Composición de contaminantes presentes en un aceite usado

Composición de contaminantes presentes en un aceite usado	
Contaminante	Concentración (ppm)
Cadmio	1.2
Cromo	1.8
Plomo	220
Zinc	640
Cloro Total	900
PCB's	<2

Fuente: Martínez y Mallo, 2007

Los productos químicos encontrados en el aceite lubricante usado varían dependiendo de la marca o del tipo de aceite, del tipo de motor a gasolina o diesel, de la condición del motor de dónde provino el aceite y del tiempo de uso entre cambios de aceite.¹ Cabe destacar que la concentración de plomo varía significativamente en función del tipo de combustible utilizado por el parque automotor.

El aceite lubricante usado también contiene productos químicos formados cuando el aceite es expuesto a altas temperaturas y presión dentro del motor. Además contiene ciertos metales de partes del motor y pequeñas cantidades de gasolina, anticongelante y sustancias químicas que provienen de la gasolina cuando ésta se enciende dentro del motor.

¹ Ver anexo 1. Contaminantes del aceite lubricante usado en el Ecuador.

2.3 PRINCIPALES FUENTES DE ACEITES USADOS

Los aceites lubricantes son producto de uso masivo por el sector industrial y del transporte. Los puntos de generación, así como los actores involucrados son muy diversos, destacándose en orden de relevancia por el volumen de generación, las estaciones de servicio y talleres de mantenimiento de vehículos, seguidos por las plantas industriales; un menor porcentaje es generado por el recambio de aceite realizado por el propio usuario. En el caso de los vehículos se estima una vida útil del aceite lubricante equivalente a los 5000 Km, mientras que en la industria la vida útil depende mucho del uso específico (8).

La comunidad Europea estima que el parque automotriz genera alrededor del 65% del total de aceite lubricante usado, mientras que el restante 35% es generado por la industria (8).

De información sobre sistemas de gestión de aceites usados, se estima que el 50% de aceite se pierde durante la combustión, evaporación, residuos que quedan en los tanques de almacenamiento, derrames y pérdidas de maquinaria industrial (8).

2.4 IMPACTOS A LA SALUD Y AL MEDIO AMBIENTE

Los aceites lubricantes son considerados potencialmente peligrosos para el ambiente debido a su persistencia y su habilidad para esparcirse en grandes áreas de suelo y agua, formando un film en los cuerpos de agua que no permite la restauración del oxígeno disuelto "ingreso de oxígeno", deteriora el proceso fotosintético y bloquea la luz del sol, lo que produce rápidamente una significativa degradación de la calidad del ambiente terrestre y acuático. En el caso de los aceites usados existe el riesgo adicional de la liberación de los contaminantes tóxicos presentes como es el caso de los metales pesados y compuestos orgánicos volátiles (VOCs).

La movilización de las sustancias que se encuentran en el aceite usado en el ambiente depende de las propiedades individuales de cada sustancia. Los hidrocarburos que componen el aceite generalmente se adhieren a la superficie del suelo y no se movilizan a través del suelo. Si se derrama aceite lubricante usado, algunos hidrocarburos se evaporan al aire rápidamente mientras que otros lo hacen más lentamente. Los hidrocarburos que no se evaporan pueden permanecer en el suelo durante mucho tiempo porque no se disuelven en agua y generalmente no se degradan; otros se infiltran contaminando el agua subterránea, o escurrirse o ser arrastrado por el agua de lluvia y contaminar los cuerpos de aguas.

Los hidrocarburos en el aceite lubricante usado que entran a cuerpos de agua superficiales se adhieren a pequeñas partículas en el agua, eventualmente éstos se depositan en el fondo donde pueden permanecer muchos años y también pueden acumularse en animales acuáticos.

Algunos metales en el aceite usado se disuelven en agua y se movilizan fácilmente a través del suelo y pueden encontrarse en aguas superficiales y en agua subterránea. El agua subterránea fluye lentamente bajo tierra hasta alcanzar pantanos y lagos. La mayoría de los metales que se encuentran en el aceite usado permanecen en el ambiente durante mucho tiempo, por lo tanto, los metales que se encuentran en el aceite usado pueden potencialmente acumularse en plantas, animales, suelo, sedimentos y en aguas superficiales estancadas.

En el planeta, debido a su poder calorífico el aceite usado generalmente es comercializado como combustible alternativo en cementeras y secadoras de granos. El principal problema ambiental se concentra en la mala combustión, por lo que se generan emisiones de metales pesados como Cd, Cr, Pb, entre otros, produciendo efectos directo sobre la salud humana y el medio ambiente.

Los compuestos químicos que se evaporen podrían degradarse en el aire mediante el proceso de fotooxidación al reaccionar con la luz solar o al reaccionar con otras sustancias químicas.

Las formas más probables mediante la cual las personas estarían expuestas a los aceites usados son:

- En el hogar durante el uso inadecuado como: insecticida (curar al ganado y conservar la madera) y herbicida (matar la maleza).
- Recreación, nadar en aguas donde se ha derramado aceite usado.
- Beber agua que ha sido contaminado por fugas de aceites usado desde un tanque de almacenamiento.
- Exposición de infantes al jugar con suelo contaminado con aceite usado.
- La probabilidad más alta de exposición al aceite usado ocurre cuando se cambia el aceite de un automóvil. Las personas que viven cerca de vertederos también pueden estar expuestas al aceite usado
- Una fracción pequeña de las sustancias químicas que se encuentran en los gases emitidos por el tubo de escape proviene del aceite usado, por lo tanto, se puede estar expuesto al aceite usado cuando se respira estos gases.
- También puede estar expuesto al aceite usado cuando éste se usa para controlar el polvo en caminos rurales.

Una práctica común de personas que cambian el aceite de sus automóviles es deshacerse del aceite usado junto con otros desechos domésticos, que generalmente terminan en vertederos. El aceite desechado puede entrar al ambiente y contaminar cosechas, animales agrícolas, peces y mariscos. Si se consume alimentos contaminados, puede exponerse a los hidrocarburos y a metales pesados presentes en el aceite desechado.

Entre los efectos que pueden tener sobre la salud humana, se destacan los siguientes:

- Irritaciones del tejido respiratorio por la presencia de gases que contienen aldehídos, cetonas, compuestos aromáticos, etc.
- La presencia de elementos químicos como Cl, NO₂, SH₂, Sb, Cr, Ni, Cd, Cu afecta las vías respiratorias superiores y los tejidos pulmonares.

- Producción de efectos asfixiantes, impidiendo el transporte de oxígeno, por contener monóxido de carbono, disolventes halogenados, ácido sulfhídrico, etc.
- Efectos cancerígenos sobre próstata y pulmón por presencia de metales como plomo, cadmio, manganeso, etc.

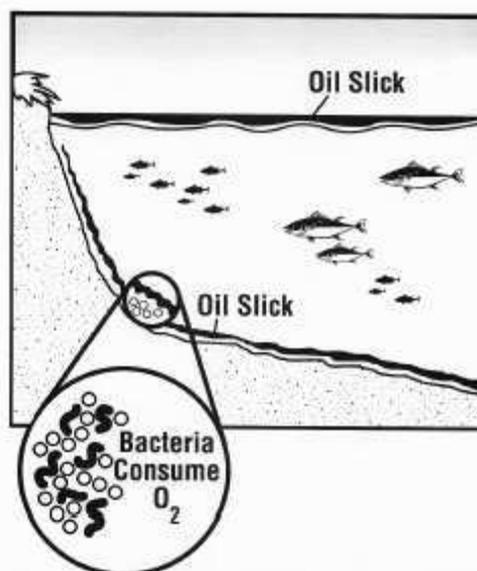
El aceite de motor usado contiene metales pesados y otras sustancias tóxicas como los denominados PAHs (hidrocarburos aromáticos policíclicos) de los que se ha demostrado su carácter cancerígeno y mutagénico como por ejemplo el Benzo(a) pireno BaP.

Entre los efectos sobre el ambiente se destacan los siguientes:

- Contaminación de tierras, ríos y mares por su baja biodegradabilidad.
- En contacto con el agua produce una película que impide la circulación de oxígeno.
- La combustión incontrolada puede aportar emisiones a la atmósfera de gases con cloro, plomo y otros elementos, con los correspondientes efectos.

Según la Agencia de Protección Ambiental de la Comunidad Económica Europea, un litro de aceite puede contaminar 1 millón de litros de agua y formar una mancha de 4000 m² sobre el agua (oil slick). La figura 2.1 muestra la contaminación de los cuerpos hídricos producida por vertido de aceites lubricantes usados.

Figura 2.1 Contaminación del agua por aceite lubricante usado



Fuente: Agencia de Protección Ambiental de la Comunidad Económica Europea

2.5 BENEFICIOS DE SISTEMAS DE RECOLECCIÓN DE ACEITES USADOS

En vista de la grave contaminación del agua, suelo y aire por causa de los aceites lubricantes usados en el cantón Rumiñahui, es necesaria la implementación de un sistema de recolección, el cual traerá varios beneficios entre los cuales están:

- Ahorro de energía y materias primas no renovables (petróleo).
- Menor producción de residuos y efluentes que son vertidos al ambiente.
- Utilización de los aceites usados como sustitutos de combustibles.
- Beneficio económico para los generadores y empresas con potencial de uso.
- Menor degradación del ambiente por la reducción de aceites vertidos al ambiente.

Un sistema de gestión de residuos peligrosos debe priorizar la minimización de la generación, se hace necesario el reciclaje por parte de los generadores reduciendo así la contaminación desde la fuente.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CANTÓN RUMIÑAHUI

3.1.1 DATOS GENERALES

3.1.1.1 Límites

El cantón Rumiñahui se encuentra ubicado al sur-este de la provincia de Pichincha y al este de la ciudad de Quito; está limitado por los siguientes cantones:

- Al norte el Distrito Metropolitano de Quito.
- Al sur el Cantón Mejía y Monte Pasochoa.
- Al este el Distrito Metropolitano de Quito.
- Al oeste el Distrito Metropolitano de Quito y río San Pedro de Cuendina.

3.1.1.2 Extensión

El cantón Rumiñahui posee un área total de 134,15 km².

3.1.1.3 División política

El cantón está dividido en tres parroquias:

- Sangolquí
- Cotogchoa

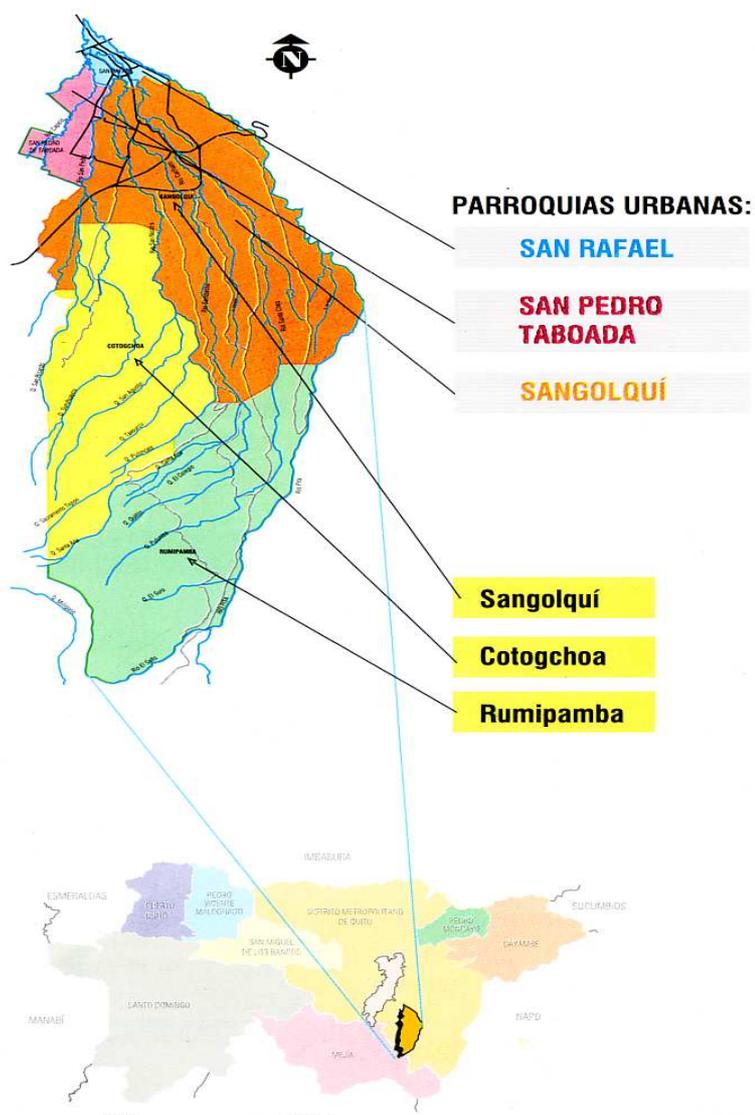
- Rumipamba

La parroquia matriz Sangolquí, tiene dos parroquias urbanas que son:

- San Rafael y San Pedro de Taboada.

La figura 3.1 presenta un diagrama de la localización y división política del cantón Rumiñahui.

Figura 3.1 Parroquias urbanas del cantón Rumiñahui



3.1.1.4 Población

El cantón Rumiñahui tiene una población total de 65.882 habitantes de los cuales el 49% son hombres y el 51% equivalente a mujeres (INEC 2001).

Figura 3.2 Población por sexo en el cantón Rumiñahui



3.1.1.5 Hidrografía

Está conformada por los siguientes ríos:

- San Nicolás
- Capelo
- Santa Clara
- Tinajillas
- Sambache
- Cachaco
- Pita
- San Pedro, considerado como el más importante.

3.1.1.6 Clima

El cantón Rumiñahui posee un clima con una temperatura media anual de 12 °C, precipitación media anual de 1114,82 mm, promedio mensual de 113,41 mm y humedad relativa multianual de 77,6 %.

Los meses más calurosos son febrero, mayo, agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre; los meses más lluviosos son enero, febrero, marzo, abril, mayo, noviembre y diciembre (IZOBAMBA M003, INHAMI.).

3.1.1.7 Relieve

El cantón ocupa gran parte del Valle de los Chillos; está rodeado de regiones naturales como el cerro Ilalo, al norte; las laderas y estribaciones del Pasochoa y Sincholagua, al sur; los declives exteriores de la cordillera occidental, al este; y los declives exteriores de la cordillera occidental, y la cadena montañosa de Puengasi que separa a Quito del Valle de los Chillos, al oeste.

3.1.1.8 Flora y fauna

La flora del cantón, está constituida por especies características del callejón interandino, como son los cultivos de maíz, arveja, hortalizas, árboles frutales de: tomate, aguacate, y de una gran variedad de cítricos, entre otros. En terrenos más altos se cultiva trigo, cebada, papas, habas, mellocos, ocas, etc. La fauna incluye especies como: ganado vacuno, bovino, porcino, caballo, mular, caprino y asnal; además de una infinidad de aves voladoras como: la tórtola, mirlo y gallinazo negro, entre otros.

3.2 DIAGNÓSTICO DE LA PROBLEMÁTICA ACTUAL DE LOS ACEITES USADOS EN EL CANTÓN RUMIÑAHUI

El Ilustre Municipio de Rumiñahui cuenta con el Departamento de Control Ambiental (DCA) creado en el año de 1999 junto con la Ordenanza para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Industriales Florícolas y de Servicios, el cual es la autoridad ambiental local y tiene un rol regulatorio, coordinador, normativo, controlador y fiscalizador de los aspectos ambientales del cantón tales como la recolección y disposición de la basura, evaluación de descargas y emisiones de empresas e industrias, etc., pero carece de una sección encargada de la gestión de residuos peligrosos, como es el caso específico de los aceites lubricantes usados, lo que hace ineficiente el manejo y gestión, resultando en un problema ambiental.

Para realizar el diagnóstico de la problemática de los aceites lubricantes usados en el cantón Rumiñahui, se tomó como referencia el plan piloto que es ejecutado por el DCA para la recolección de aceites usados y se realizaron visitas a los establecimientos generadores durante los meses de septiembre y octubre del 2008 para el levantamiento del catastro y la evaluación física a los establecimientos.

Los generadores de aceites lubricantes usados en el cantón, generalmente son concesionarios, talleres mecánicos, lubricadoras y lavadoras e industrias; en vista de la necesidad del manejo adecuado de estos residuos peligrosos en un primer paso el Departamento de Protección Ambiental del Municipio del cantón Rumiñahui junto a un gestor de residuos peligrosos; elaboró un plan piloto para la recolección, el cual no es eficiente debido a que solo se enfocó en la recolección, sin tener un inventario de establecimientos generadores, sin evaluar rutas y registros de volúmenes generados; quedando almacenados en algunos generadores los aceites usados en forma inadecuada como por ejemplo la lubricadora Baby Joaquín que se encuentra en las afueras de cantón; también desde que se inicio el plan piloto no se ha hecho un seguimiento y control por parte del DCA.

De la información recopilada del plan piloto y de las inspecciones físicas realizadas a los generadores se clasificó a los establecimientos según su servicio en: concesionarios, talleres mecánicos, lubricadoras y lavadoras, estaciones de servicio e industrias; debió a que la información proporcionada en el plan piloto denotaba la identificación de diversos tipos de actividades, se verificó que muchos de los establecimientos no realizaban la actividad que declaraban, algunas lubricadoras ofrecían el servicio de lavado y pulverizado de vehículos y viceversa, por tal motivo, para mayor facilidad se unificó a las lubricadoras y lavadoras ya que ambas realizan actividades correspondientes al cambio de aceite y lavado. La figura 3.3 muestra un establecimiento que presta el servicio de lavado y cambio de aceite.

Figura 3.3 Cambio de aceite realizado en lavadora de autos



Por otro lado, la no existencia de un adecuado sistema de inspección a los establecimientos generadores de aceites lubricantes usados por parte de la autoridad ambiental del Ilustre Municipio del Cantón Rumiñahui, constituye otra de las razones para que los generadores no tengan prácticas adecuadas de manejo de residuos peligrosos.

Con respecto a la infraestructura que tienen los establecimientos generadores de aceites lubricantes usados, pudo notarse que aproximadamente el 70% de los establecimientos visitados no poseen un espacio físico para realizar cambios de aceite, pulverizado y lavado, por lo que su opción es ocupar las vías públicas, causando por un lado molestias a la ciudadanía por la interrupción del paso en las aceras con maquinaria utilizada para este fin; y por otro, los vehículos que están requiriendo el servicio se estacionen en las calles impidiendo la fluidez del tránsito vehicular. La figura 3.4 muestra el cambio de aceite de un vehículo que se lleva a cabo en la acera en la avenida General Enríquez de forma inapropiada.

Figura 3.4 Cambio de aceite realizado en espacios públicos



En las visitas de inspección también se pudo observar que en los establecimientos generadores los procedimientos de almacenamiento de los aceites lubricantes usados no se encontraban bien definidos, careciendo del uso de etiquetas indicativas que señalen: identificación, fecha de generación, así como el riesgo potencial del residuo.

La figura 3.5 muestra un modo inadecuado de almacenamiento de aceite lubricante usado en algunos establecimientos, como se puede observar existe

aceite derramado cerca de la red de drenaje y no posee un sitio específico con cubierta de techo y pisos impermeables para impedir el contacto con el agua.

Figura 3.5 Almacenamiento inadecuado de los aceites lubricantes usados



De las visitas realizadas a los establecimientos generadores de aceites lubricantes usados se pudo constatar que una gran parte de los aceites se disponen clandestinamente en los sistemas de drenaje, suelos y en los cuerpos superficiales de aguas. Además, parcialmente es utilizado artesanalmente para el curado del ganado o como insecticida, tratamiento de la madera, desmoldante o desencofrado en la industria de la construcción y para eliminar la maleza (herbicida), entre otros usos.

La figura 3.6 muestra las manchas aceitosas características de suelos contaminados con aceites lubricantes usados en algunos establecimientos que carecen de infraestructura física adecuada para su recolección y almacenamiento temporal y que bajo condiciones de lluvia y radiación solar son focos de contaminación de aguas lluvias y emisiones de compuestos volátiles al aire y representan riesgos para los operadores de los sitios y público en general.

Figura 3.6 Suelos contaminados por causa de los aceites lubricantes usados



Por falta de difusión de la ordenanza municipal e información sobre el plan piloto que realiza el municipio de Rumiñahui para el manejo de los aceites lubricantes usados, algunos propietarios manifestaron que tienen residuos de aceites pero mientras no exista la ordenanza respectiva no trabajarán con el plan piloto que el municipio está implementando.

3.3 ANÁLISIS DE LA ORDENANZA DEL CANTÓN RUMIÑAHUI

3.3.1 ANÁLISIS DE LA ORDENANZA VIGENTE

El cantón Rumiñahui cuenta con la Ordenanza Municipal No. 030-03 para la Prevención y Control de la Contaminación por Desechos Industriales, Florícolas y de Servicios en el cantón Rumiñahui.

Art. 3.- Regula los mecanismos tendientes a prevenir y controlar la contaminación o el riesgo de producirla, por medio de los desechos de establecimientos industriales, florícolas y de servicios, instalados dentro de la circunscripción territorial del cantón Rumiñahui, que afecten a los elementos agua, aire y al medio ambiente en general.

De forma similar en el Título III: De los mecanismos de control y prevención

Art. 12.- Del catastro y registro dice "Todo establecimiento industrial, florícola o de servicio existente o por establecerse en el cantón Rumiñahui, y que presente

riesgos de contaminación, deberá ser catastrado por el Departamento de Control Ambiental (DCA), de acuerdo al Reglamento correspondiente y consecuentemente estará obligado a registrar en esta dependencia los datos técnicos generales que permitan la efectiva identificación de su actividad.

En los Títulos IV, V, VI, VII de la ordenanza se establecen los: incentivos, procedimiento de juzgamiento, responsabilidad objetiva y la Comisión Ambiental, respectivamente.

En la ordenanza no consta el término de residuos peligrosos o desechos peligrosos pero hace mención a contaminación por descargas líquidas no domésticas y emisiones a la atmósfera, que causen daños en el agua, suelo y aire, o en la salud humana, animal y vegetal. También incluye mecanismos de control como son: el catastro y registro de los establecimientos, permisos ambientales, informes técnicos demostrativos y sanciones para aquellas personas o establecimientos que incumplan la ordenanza e incentivos para aquellas que cumplan. En el cantón no existe normativa que regule la recolección, transporte, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos, como para el caso del aceite lubricante usado.

3.3.2 NORMATIVA NACIONAL

A nivel nacional existe reglamentación bastante amplia sobre los desechos peligrosos, pero en la práctica no se cumple y su disposición final ambientalmente adecuada aun no está determinada.

Los instrumentos legales de aplicación obligatoria en todas las actividades de la Gestión Ambiental en el Ecuador, y que involucran el manejo ambientalmente adecuado de los desechos aceitosos son:

- Ley de Gestión Ambiental (LGA), No. 37. RO/ 245 de 30 de julio de 1999.
- Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (RPCCA).

- Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental por Desechos Peligrosos (RPCCDP).
- Reglamento Sustitutivo del Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas en el Ecuador, Decreto No-1215. RO 265: 13-feb-2001.

Estos instrumentos legales están enfocados a regular el monitoreo, control, transporte, registro, disposición transitoria, disposición final adecuada, manejo y condiciones para tratamiento, para desechos peligrosos.

Así mismo existen herramientas legales que contemplan y garantizan los derechos de vivir en un ambiente sano y libre de contaminación, la Constitución de la República del Ecuador, define el derecho que tiene todo ciudadano de vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación, estableciendo las restricciones al ejercicio de determinados derechos y libertades, para la protección del ambiente, y es un derecho que garantiza el Estado, quedando indicado en los artículos 14, 15 y 32 del capítulo segundo Derechos del buen vivir.

En el Código Penal encontramos las sanciones que serán aplicadas a los ciudadanos que, exceptuando los casos permitidos por la ley, incumplan las leyes establecidas y que sus acciones vayan en contra de la salud humana o del medio ambiente, en casos tales como producir, introducir, depositar, comercializar, tener posesión o usar desechos tóxicos peligrosos, utilizar sustancias radioactivas, u otras similares que representen un peligro para la salud humana o degraden y contaminen el medio ambiente. También serán sancionados los que violen las normas de protección ambiental, vertiendo desechos de cualquier naturaleza por encima de los límites fijados de conformidad con la ley. Las sanciones de prisión variarían de dos a cinco años, dependiendo de los actos cometidos, para los actos contaminantes que afecten gravemente recursos naturales necesarios para la actividad económica están indicados en los art. 437D y 437E.

En la aplicación de las leyes existe un gran trecho entre hacerlas cumplir o simplemente minóralas por desconocimiento o porque no favorecen a ciertos

sectores o personas, lo que dificulta y obstaculiza la correcta administración y aplicación de la ley².

3.4 IDENTIFICACIÓN DE GENERADORES DE ACEITES USADOS EN EL CANTÓN RUMIÑAHUI

Generador es toda persona natural o jurídica, cuyas actividades o procesos productivos producen desechos sólidos, líquidos y gaseosos como es el caso de los aceites lubricantes usados. Entiéndase como aceite lubricante usado a los aceites de origen mineral, que durante el uso perdieron sus propiedades características, volviéndose inapropiados para continuar su utilización con el mismo propósito. Comprenden a los aceites lubricantes de motores (de vehículos y maquinas industriales), los fluidos hidráulicos y de transmisión, aceites de corte, de transferencia de calor y los aceites dieléctricos provenientes de transformadores y condensadores.

En el cantón Rumiñahui, los establecimientos donde se generan aceites lubricantes usados son los siguientes:

Lubricadoras.- son lugares especializados donde se venden y cambian aceites lubricantes, realizan lavado, engrasado y pulverizado de vehículos.

Estaciones de Servicio.- son lugares donde comercializan combustibles y también venden lubricantes; algunos de estos brindan el servicio de cambio de aceite.

Taller mecánico.- son talleres independientes donde se realizan la revisión y mantenimiento del vehículo, y también se venden aceites lubricantes y filtros.

Concesionario automotriz.- entidad encargada de la distribución de vehículos que brinda mantenimiento automotriz.

² Ver anexo 11. Legislación Nacional.

Lavadoras.- lugares donde se lavan los vehículos y pulverizan el aceite usado para la limpieza del motor. En algunos casos se realizan cambios de aceites lubricantes usados por nuevos.

Industrias.- es el conjunto de procesos y actividades que tienen como finalidad transformar las materias primas en productos elaborados, de forma masiva. Existen diferentes tipos de industrias, según sean los productos que fabrican.

En la generación de los aceites lubricantes usados también está involucrada la de otros residuos como son, los filtros contaminados de aceite, grasas de las trampas, lodos contaminados con aceite y los embases plásticos contaminados con aceite nuevo.

En la mayoría de los establecimientos, los procedimientos de cambio de aceite lubricante, almacenamiento y disposición final son inapropiados en gran parte están desprovistos de infraestructura física apropiada, lo que hace que el aceite lubricante usado se derrame en el suelo.

3.5 LEVANTAMIENTO DEL CATASTRO DE FUENTES GENERADORAS DE ACEITES USADOS EN EL CANTÓN RUMIÑAHUI

3.5.1 METODOLOGÍA

Para el levantamiento del catastro de fuentes generadoras de aceites usados en el cantón Rumiñahui se planteo el siguiente esquema de actividades:

1. Preparación de los recursos humanos

Se estructuró un grupo de trabajo, el mismo que fue designado para la adquisición y posterior manejo de información.

2. Análisis de antecedentes

Parte del presente estudio se realizó en base al listado de generadores disponible por el del plan piloto para la recolección de aceites lubricantes usados, proporcionada por el DCA y que constaba de 36 establecimientos. De la lista se establecieron las direcciones, volumen recolectado y nombre del establecimiento, pero no especificaba el servicio que prestaba.

3. Definición del alcance territorial (local, regional o nacional)

Se definió el área de estudio que comprende al cantón Rumiñahui.

4. Obtención del mapa del cantón Rumiñahui

Se obtuvo el mapa general del cantón Rumiñahui que incluye la siguiente información: calles, avenidas, ubicación de industrias, entre otros aspectos.

5. Definición del tipo de actividades a ser incluidas (sector industrial y de servicios)

Se definió que los establecimientos generadores de aceites lubricantes usados son los que prestan servicios de cambio de aceite, lavado, pulverizado, mantenimiento de vehículos e industrias relacionadas con este residuo.

6. Elaboración de un formulario de encuesta, para la recopilación de información

A partir de la lista revisada se elaboró un formulario de encuesta en la que se incluyó: actividad del establecimiento, nombre, dirección, volumen generado entre otros. A continuación se muestra el formato de la encuesta utilizada para la recopilación de la información de base.

 ILUSTRE MUNICIPIO DEL CANTÓN “RUMIÑAHUI” DIRECCIÓN DE CONTROL AMBIENTAL ENCUESTA PARA GENERADORES DE ACEITES LUBRICANTES USADOS	
1. DATOS GENERALES	
1.1 Número de registro del Establecimiento o Ruc: <div style="display: flex; justify-content: space-around; width: 100px;"> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> </div>	Fecha (aa/mm/dd): ____ / ____ / ____
1.2 Razón Social: _____ Representante del Establecimiento	
1.3 Dirección del Establecimiento: _____ Teléf.: _____	
1.4 Descripción de la actividad: Mecánica (___), Lubricadora (___), Lavadora (___), Concesionario (___), Otros _____	
1.5 Volumen generado: _____ gal/mes	
1.6 Recolección de aceite por un gestor: _____ cual _____	
2. LINEAMIENTOS BÁSICOS	
2.1 AGUAS RESIDUALES NO DOMÉSTICAS	
2.1.1 Los efluentes de lavado, limpieza y mantenimiento de instalaciones previa descarga a los cuerpos de agua o sistema de alcantarillado pasan por una trampa de aceites y grasas. Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Observación:	
2.1.2 El establecimiento cuenta con rejillas perimetrales conectadas a las trampas de grasa. Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Observación:	
2.1.3 La trampa de grasas tiene un mantenimiento periódico. Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Observación:	
2.2 GESTIÓN DE RESIDUOS	
2.2.1 Los residuos de mantenimiento y reparación se entregan al recolector municipal o al gestor. Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Observación:	
2.2.2 Los aceites minerales, sintéticos, grasas lubricantes y solventes hidrocarburoados son recolectados por separado y previa filtración, en tanques de almacenamiento identificados. Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Observación:	
2.2.3 Los registros de aceites y grasas lubricantes usadas o solventes hidrocarburoados contaminados, indican: tipo, cantidad, frecuencia y tipo de almacenamiento provisional. Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Observación:	
2.2.4 El área de almacenamiento de recipientes de aceites y grasas lubricantes usadas o solventes hidrocarburoados contaminados, cumple los siguientes requisitos mínimos:	
a. Contar con techo. Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
b. Facilidad de acceso y maniobras de carga y descarga. Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
c. El piso está impermeabilizado para evitar infiltraciones en el suelo. Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
d. Ninguna conexión al sistema de alcantarillado o a un cuerpo de agua. Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Observación:	
2.2.5 En caso de derrames de aceite el establecimiento dispone de material absorbente. Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	
Observación:	

7. Identificación de los establecimientos generadores de aceites usados.

En vista de que los 36 establecimientos del listado del plan piloto presentaban información en el nombre de los establecimientos que denotaba la realización de diversos tipos de actividades, se procedió a clasificarlos según la actividad principal declarada por él representaba del local, así se establecieron cinco categorías que son:

- Lubricadoras y lavadoras
- Estaciones de servicio
- Taller mecánico
- Concesionarios
- Industrias

8. Visitas a los establecimientos.

Se elaboró un programa de visitas a los establecimientos para recopilar información real específica y concisa. Por otro lado se observó el tipo de infraestructura de los establecimientos tomando nota de las principales observaciones tales como: procedimientos técnicos, personal, acceso al establecimiento y el tipo de servicio que presta.

La encuesta se realizó a un empleado administrativo o al propietario del establecimiento, recopilando información relacionada con el volumen de aceite lubricante usado generado por mes, el destino o gestión del aceite e información general del establecimiento.

Debido a que los operarios son los que realizan los cambios de aceites en los establecimientos, se consideró que un operador es el más indicado para dar información sobre el manejo de los aceites lubricantes usados, filtros de aceite, frecuencia de limpieza de la trampas de grasa, cantidad de desechos generados, entre otros aspectos.

9. Procesamiento de la información recopilada.

Los datos se procesaron y se evaluó el volumen generado, se clasificara a los establecimientos según su servicio, entre otros aspectos.

3.5.2 ELABORACIÓN DE LA BASE DE DATOS

De acuerdo a la información recopilada en las visitas de campo e información del plan piloto, se estableció un total de 84 establecimientos generadores de aceites lubricantes usados, de los cuales 28 son lubricadoras y lavadoras, 3 concesionarios, 36 mecánicas automotrices, 11 estaciones de servicio y 6 industrias.

De las observaciones realizadas a los establecimientos se pudo apreciar que la mayoría de ellos no cuentan con un manejo adecuado de residuos peligrosos, es decir no tienen un sistema técnico de separación de aceites y lodos, lo que hace presumir que pueden estar siendo descargados a las alcantarillas, suelos y cuerpos de agua que atraviesan la zona como son los ríos San Pedro, Santa Clara y Pita, etc.³ A demás, se establecieron cinco categorías que definen las actividades principales de los establecimientos, las tablas 3.1 a 3.5 presentan la clasificación asignada a los establecimientos (tipo):

Tipo 1: Lubricadoras y Lavadoras⁴

Tabla 3. 1 Muestra de lubricadoras y lavadoras generadoras de aceites lubricantes usados

ESTABLECIMIENTO	NOMBRE	DIRECCIÓN
Lubricadora y lavadora	Autolimpio Lubricantes/ Raúl Guacho	Av. Mariana de Jesús y Venezuela/San Pedro
Lubricadora y lavadora	Baby Joaquín	Av. Juan Salinas y Juan Larrea
Lubricadora y lavadora	Car Wash/Carmen Sambrano/Terpel	Av. Gral. Rumiñahui y 7ma. transversal
Lubricadora y lavadora	Lavamania	Av. San Luis y 10ma. transversal

³ Ver anexo 2. Lista de establecimientos generadores de aceites lubricantes usados.

⁴ Ver anexo 3. Lista de lubricadoras y lavadoras generadoras de aceites lubricantes usados.

Tipo 2: Estaciones de servicio (Gasolineras)⁵

Tabla 3. 2 Muestra de estaciones de servicios generadoras de aceites lubricantes usados

ESTABLECIMIENTO	NOMBRE	DIRECCIÓN
Gasolinera	El Atomo	Av. Gral. Enríquez 25-46 y Manta/San Rafael
Gasolinera	Estación de Servicio Condorvall	Inés Gangotena en Mushuñan
Gasolinera	Terpel	Av. Luis Cordero y Garcia Moreno Esq.
Gasolinera	El Oasis	Venezuela y los Viñedos

Tipo 3: Talleres mecánicos⁶

Tabla 3. 3 Muestra de mecánicas generadoras de aceites lubricantes usados

ESTABLECIMIENTO	NOMBRE	DIRECCIÓN
Mecánica	Ángel Fernández	Av. El Inca y Félix Granja
Mecánica	Automotriz del Valle	Av. Mariana de Jesús y los Tilos Lote#4
Mecánica	Automotriz Santiago	Av. Gral. Rumiñahui/Sect. Inchalillo
Mecánica	Bodegas del Municipio	Av. Luis Cordero Esq. (sector el Aguacate)

Tipo 4: Concesionario⁷

Tabla 3. 4 Muestra de concesionarios generadores de aceites lubricantes usados

ESTABLECIMIENTO	NOMBRE	DIRECCIÓN
Concesionario	Chevrolet-Metrocar	Av. San Luis y 9na. transversal
Concesionario	Toyota - Casa Baca	Av. San Luis y 9na. transversal
Concesionario	Valle Motor/Nissan	Av. Gral. Rumiñahui e Isla Genoveza

Tipo 5: Industrias⁸

Tabla 3. 5 Muestra de industrias generadoras de aceites lubricantes usados

ESTABLECIMIENTO	NOMBRE	DIRECCIÓN
Industria	Chaide y Chaide	Av. Shyris Km. 4 vía Amaguaña
Industria	Chova del Ecuador	Av. Gral. Pintag Km. 1 y Reynaldo Flor
Industria	Constructora Bonilla	Av. Gral. Pintag #100 y Antonio Tandazo
Industria	Danec	Av. Shyris y Gral. Enríquez/intersección
Industria	Enkador	Av. Juan Salinas vía San Fernando
Industria	FV. Area Andina	Av. Shyris Km. 4 1/2 vía Amaguaña

⁵ Ver anexo 4. Lista de estaciones de servicio generadoras de aceites lubricantes usados.

⁶ Ver anexo 5. Lista de talleres mecánicos generadores de aceites lubricantes usados.

⁷ Ver anexo 6. Lista de concesionarios generadores de aceites lubricantes usados.

⁸ Ver anexo 7. Lista de industrias generadoras de aceites lubricantes usados.

En el levantamiento del catastro se encontraron establecimientos que no contaban con nombre, ni patente, por lo tanto fueron registrados según su actividad, este es el caso de la mecánica ubicada en la Av. Juan Salinas, casa 11-99 en donde se realizan cambios de aceite.

Entre los establecimientos que no generan aceites lubricantes usados en el cantón están:

1. Las vulcanizadoras: únicamente utilizan aceite usado en pequeñas cantidades para sacar los radios de las llantas en desuso o realizar cambios de llantas, (información recogida en las visitas y encuestas realizadas a los establecimientos).
2. Algunos talleres mecánicos solo realizan, la revisión eléctrica, balanceo, alineación y cambio de zapatas.
3. Algunos establecimientos prestan el servicio de lavado de automóviles.

3.6 DISEÑO DEL PLAN DE RECOLECCIÓN

3.6.1 REQUERIMIENTOS

3.6.1.1 Base de datos de los generadores

La base de datos fue creada en Access para que la información almacenada pueda ser modificada en el tiempo, permitiendo actualización y adición de datos como: ubicación, tipo de establecimiento y volumen de aceite usado generado en un periodo de tiempo.

La información almacenada en la base de datos será una herramienta para que la Dirección de Control Ambiental del cantón pueda controlar a los establecimientos generadores de aceites lubricantes usados y conocer en tiempo real el volumen generado por establecimiento y el total en el cantón.

Adicionalmente, la información almacenada en la base de datos será de gran ayuda para la elaboración de un plan de recolección adecuado para el cantón y sus establecimientos.

3.6.1.2 Ubicación de los generadores

Con la ayuda de la base de datos procesada de los generadores de aceites se elaboró una serie de mapas donde se ubicó a los establecimientos de acuerdo al tipo o su actividad.

A continuación se presenta los tipos de mapas que se han realizado:

- Mapa de lavadoras y lubricadoras⁹
- Mapa de estaciones de servicio (gasolineras)¹⁰
- Mapa de talleres mecánicos¹¹
- Mapa de concesionarios¹²
- Mapa de industrias¹³
- Mapa general¹⁴

El mapa general contiene todos los tipos de establecimientos generadores de aceites lubricantes usados y se presenta en el anexo N°16.

3.6.1.3 Acceso vial a los establecimientos generadores

La red vial del cantón Rumiñahui está definida por: Vías arteriales, Vías colectoras y Vías expresas.

⁹ Ver anexo 14. Ubicación de lubricadoras y lavadoras generadoras de aceites lubricantes usados.

¹⁰ Ver anexo 15. Ubicación de estaciones de servicio generadoras de aceites lubricantes usados.

¹¹ Ver anexo 16. Ubicación de talleres mecánicos generadoras de aceites lubricantes usados.

¹² Ver anexo 17. Ubicación de concesionarios generadoras de aceites lubricantes usados.

¹³ Ver anexo 18. Ubicación de industrias generadoras de aceites lubricantes usados.

¹⁴ Ver anexo 19. Ubicación general de establecimientos generadoras de aceites lubricantes usados.

Las tablas 3.6, 3.7 y 3.8 presentan los tramos, provincia y sectores de las vías arteriales, colectoras y expresas.¹⁵

Tabla 3. 6 Muestra de vías arteriales al cantón Rumiñahui

VIAS ARTERIALES¹⁶		
TRAMO	PROVINCIA	SECTOR
Av. General Rumiñahui	Pichincha	Selva Alegre-Musuñan
Av. General Enríquez	Pichincha	Cashapamba

Tabla 3. 7 Muestra de vías colectoras al cantón Rumiñahui

VIAS COLECTORAS		
TRAMO	PROVINCIA	SECTOR
Av. Ilalo	Pichincha	Conocoto- Triangulo
Av. San Luis	Pichincha	El Triangulo
Calle Josefina Barba	Pichincha	Capelo

Tabla 3. 8 Muestra de vías expresas al cantón Rumiñahui

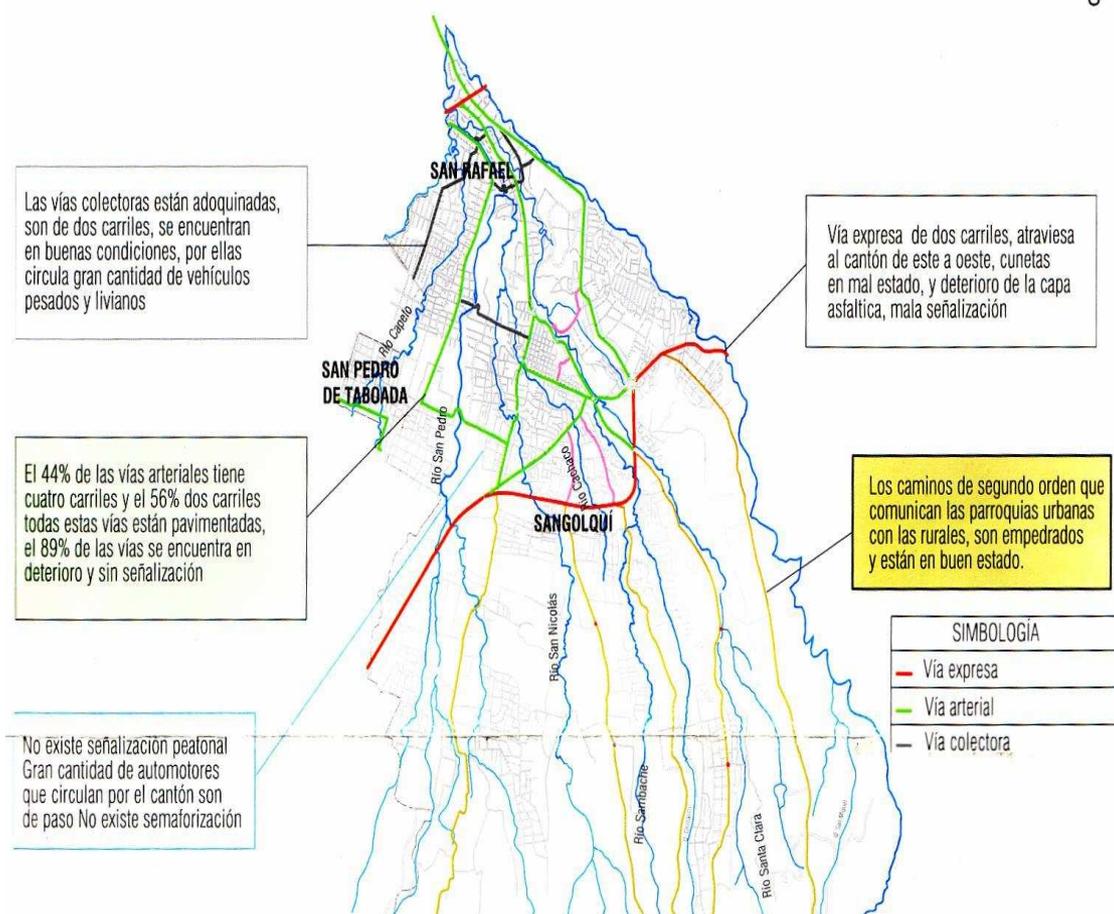
VIAS EXPRESAS		
TRAMO	PROVINCIA	SECTOR
Av. Ilalo	Pichincha	Tingo- Vía Intervalles
Av. General Rumiñahui	Pichincha	El Colibrí, ESPE, Colina
Av. Luis Cordero	Pichincha	Sangolquí, el Choclo

La figura 3.7 muestra las principales vías arteriales, colectoras y expresas en el cantón Rumiñahui.

¹⁵ Ver anexo 20. Correspondiente a las vías alternas, colectoras y expresas del cantón Rumiñahui.

¹⁶ Ver anexo 21. Mapa de las vías alternas, colectoras y expresas del cantón Rumiñahui.

Figura 3.7 Mapa vial del cantón Rumiñahui



3.6.1.4 Requerimientos del transporte

El generador, transportista y el destinatario de los residuos deberá coordinar las acciones para asegurarse que los residuos peligrosos se transporten a tiempo hacia su destino, para lo cual se deberá seguir el acuerdo N°26 “Expídense los procedimientos para Registro de generadores de desechos peligrosos, gestión de desechos peligrosos previo al licenciamiento ambiental, y para el transporte de materiales peligrosos”.

Previo al transporte de residuos peligrosos el generador es responsable de:

- Contar con la autorización para el envío de sus residuos a un destino específico.

- Acondicionar correctamente los residuos en contenedores adecuados, debidamente etiquetados, atendiendo los requerimientos del transportista y del destinatario.
- Emitir la documentación de la carga con los datos sobre la empresa generadora, información sobre los residuos a ser transportados y del destino de los mismos.
- Proporcionar al transportista (en caso de que este no los posea) la información sobre procedimientos de emergencia y precauciones a ser tomadas.
- Indicar al transportista con que debe contar en caso de accidente.
- Proporcionar al transportista (en caso de que este no los posea) los carteles con las indicaciones de peligro que deberá instalar en las unidades, de acuerdo al tipo de residuo peligroso.
- Verificar que la empresa transportista este debidamente autorizada y que la unidad de transporte cumpla con las especificaciones necesarias para el transporte del tipo específico de residuo peligroso involucrado.
- Verificar que la operación de carga sea realizada por operadores capacitados, provistos de equipamiento de protección personal.

3.6.1.5 Requerimientos que debe cumplir el transportista

El transportista debe entregar los residuos en el destino indicado, cumpliendo los requerimientos que le hubiera impuesto la autoridad que lo autorizó a realizar el transporte.

Entre las responsabilidades del transportista tenemos:

- Contar con la autorización para el transporte del tipo específico de residuos de que se trate.
- Contar con unidades adecuadas a las características de los residuos peligrosos que transportan.

- Identificar la unidad de transporte con los datos de la empresa transportadora que incluya razón social, dirección y teléfono.
- Colocar señalizaciones de peligro de acuerdo a las características de los residuos transportados.
- Transportar los residuos correctamente acondicionados, etiquetados y documentados.
- Utilizar rutas de bajo riesgo previamente establecidas.
- Proteger la carga durante el transporte y minimizar riesgos.
- Capacitar a los choferes
- Someter a los vehículos a inspecciones técnicas periódicas.
- Gestionar adecuadamente los documentos de la carga, de acuerdo a las exigencias correspondientes.
- La unidad vehicular debe contar con equipo de comunicaciones
- Garantizar que las maniobras de carga y descarga sean realizadas por personal capacitado, con el equipo de protección personal adecuado, y minimizando los riesgos y siguiendo protocolos establecidos.
- Conocer los planes a seguir en caso de emergencias y contar con los elementos necesarios para su implementación (Planes de contingencia).
- Mantener estadísticas de accidentes e incidentes tanto de las unidades como del personal e implementar medidas de mejora continua.

3.6.1.6 Condiciones que debe cumplir el depósito en los generadores

El almacenamiento de residuos consiste en su acumulación temporal en un depósito especialmente acondicionado, a la espera de reciclaje, tratamiento o disposición final.

El depósito debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- **Ubicación:** el área de emplazamiento se seleccionará en base a un estudio que garantice que los riesgos sean mínimos para la salud y el medio ambiente. Como criterios de exclusión se deberán considerar entre

otros la carencia a zonas densamente pobladas, a fuentes de agua potable o a edificios públicos, la posibilidad de inundaciones, el grado de vulnerabilidad del acuífero. Debe tener un fácil acceso y contar con servicios de electricidad, agua potable y comunicación.

- **Cercado y señalización:** el predio de emplazamiento deberá estar debidamente cercado de forma de impedir el acceso de personas a las instalaciones. Asimismo deberá estar claramente señalizado con pictogramas indicando que se trata de un depósito de residuos peligrosos.
- **Diseño apropiado:** el lugar deberá estar diseñado de acuerdo con la naturaleza y volumen de los residuos a ser almacenados, así como con la forma de estiba a ser empleada.

Los criterios generales que debe contemplar el diseño son:

- Minimizar riesgo de explosión o emisiones no planificadas
- Disponer de áreas separadas para residuos incompatibles
- Estar protegidos de los efectos del clima
- Contar con buena ventilación
- Ser techados
- Tener pisos estancos, impermeables y resistentes química y estructuralmente.
- No tener conexiones a la red de drenaje
- Poseer sistema de recolección de líquidos contaminados
- Permitir la correcta circulación de operarios y del equipamiento de carga
- Contar con salidas de emergencia
- Contar con sistemas de control de contaminación de acuerdo al tipo de residuos manejados

- **Seguridad:** el depósito deberá contar con sistema de control de fuego adecuado al tipo de residuos que se manejan. Se dispondrá además de botiquines de primeros auxilios, duchas de emergencia y sistema de lavados de ojos. Los operarios deberán contar con los equipos de protección personal que sean necesarios.
- **Manual de operación:** se deberá disponer de un manual con instrucciones para la operación general del depósito y de todo el equipamiento, programas de inspección, así como los procedimientos sobre higiene y seguridad. El manual será actualizado regularmente y estará disponible para todo el personal.
- **Planes de contingencia:** se deberá contar con planes y procedimientos de emergencia dirigidos a garantizar la respuesta rápida y apropiada para aquellas situaciones que así lo ameriten. Se prestará especial atención a existencia de procedimientos para derrames, así como la disponibilidad de los elementos necesarios para la contención y reenvasado de los mismos.
- **Capacitación:** quienes realizan tareas dentro del depósito tiene que contar con capacitación sobre procedimientos de trabajo, medidas de precaución y seguridad, procedimientos de emergencia y conocer los riesgos a los que están expuestos.

3.6.2 EQUIPOS

3.6.2.1 Centro de acopio

Los centros de acopio son aquellos centros en donde se almacenan temporalmente los aceites lubricantes usados, provenientes del cambio del aceite; pueden estar en: lubricadoras y lavadoras, talleres mecánicos, concesionarios, estaciones de servicio e industrias.

3.6.2.1.1 *Área de cambio de aceite*

- a) Los pisos deben ser de material impermeable (asfalto o cemento), con la finalidad de evitar contaminación del suelo y fuentes de aguas subterráneas y de lo posible, que no posean grietas o defectos que impidan su limpieza.
- b) No debe tener conexión con el sistema de drenaje.
- c) Esta área debe encontrarse correctamente techada.
- d) Debe tener ventilación adecuada (sea natural o forzada).
- e) Estar libre de objetos que impidan el libre desplazamiento de equipos y de personas.
- f) El área debe estar correctamente identificada.

3.6.2.1.2 *Dispositivos utilizados en el manejo de aceites lubricantes (cambio de aceite)*

- a) Utilizar una manguera por gravedad o bombeo, con la finalidad de que el aceite lubricante usado proveniente del motor vaya al recipiente sin que se derrame.
- b) Utilizar un embudo para evitar derrames en la zona de trabajo.

3.6.2.1.3 *Recipientes*

- a) Elaborados con materiales que resistan a los hidrocarburos.
- b) Que cuenten con las respectivas agarraderas.
- c) Que tengan un mecanismo que asegure que en el trasvasado de los aceites lubricantes usados al tanque de almacenamiento se lo realice sin derrames o goteos.

3.6.2.1.4 *Lugar de almacenamiento*

- a) Que se encuentre correctamente identificado.

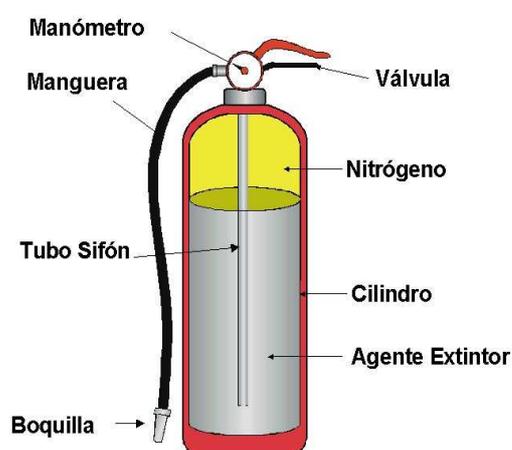
- b) Que facilite la carga y descarga del aceite lubricante usado por parte del transportador.
- c) Que no tenga ninguna conexión con el alcantarillado.
- d) Que tenga la correspondiente ventilación (sea natural o forzada).
- e) Los pisos deben ser construidos en material impermeable (asfalto o cemento), con la finalidad de evitar contaminación del suelo y fuentes de aguas subterráneas y de lo posible, que no posean grietas o defectos que impidan su limpieza.

3.6.2.1.5 Extintores

- a) El centro de acopio debe tener extintores con una capacidad mínima de 20 libras de polvo químico seco o un extintor de CO₂.
- b) Deben ser recargados por lo menos una vez al año y su etiqueta debe ser legible.
- c) La distancia entre el extintor y el centro de acopio no debe ser mayor a 10 metros.
- d) La cantidad de extintores deberá ser definido por el Cuerpo de Bomberos y por los aspectos legales vigentes o de aquellas normas que la modifiquen o sustituyan.

La figura 3.8 muestra un extintor utilizado para mitigar incendios.

Figura 3.8 Extintores contra incendios y sus componentes



3.6.2.1.6 *Tanques de almacenamiento temporal*

- a) Deben estar elaborados en material que sea resistente a los hidrocarburos tal como el acero y que esté libre de corrosión.
- b) Debe tener una capacidad máxima de 264 y mínima de 55 galones.
- c) Los materiales con los que se fabrican estos tanques no deben ser susceptibles a la corrosión.
- d) Deben permitir el fácil bombeo hacia la unidad de transporte, con la finalidad de que no haya derrames, goteos o fugas.
- e) Estos tanques deben estar correctamente etiquetados de acuerdo a la norma INEN 2-266:2000 y la INEN 2-288:2000.
- f) El tanque debe contener la fecha última de limpieza e inspección.
- g) El tanque debe garantizar la confinación total del aceite usado.
- h) Debe contar con un sistema de filtración en la boca del tanque con la finalidad de evitar el ingreso de partículas con dimensiones superiores a 5 milímetros.

La figura 3.9 muestra un tanque de 55 gal utilizado para el almacenamiento temporal del aceite usado.

Figura 3.9 Tanque de almacenamiento temporal de 55 galones



3.6.2.1.7 *Material Absorbente*

Utilizar material oleofílico para el control de goteo, fugas o derrames.

3.6.2.1.8 *Recipiente para el drenaje del filtro*

- a) Debe tener una capacidad de 5 galones con una malla que soporte los filtros u otros elementos a ser drenados.
- b) Debe tener agarraderas con la finalidad de asegurar que no hayan goteos, derrames o fugas.
- c) Debe contar con un mecanismo que asegure el trasvasado de aceites usados al tanque evitando goteos, derrames o fugas.

3.6.2.1.9 *Equipo de protección personal*

- a) Gafas de seguridad
- b) Zapatos antideslizantes
- c) Overol o ropa especial de trabajo
- d) Guantes de cuero
- e) Mascarilla

La figura 3.10 muestra equipos de seguridad que se deberían utilizar en los centros de acopio.

Figura 3.10 Equipos de seguridad personal



La recolección y transporte de aceite lubricante usado debe ser realizada por un gestor autorizado por la autoridad competente. Las personas que realicen estas actividades deben llevar el equipo de seguridad personal adecuado. El vehículo, debe ser el indicado para realizar las actividades de recolección y transporte al sitio de disposición final o a su vez al sitio de almacenamiento temporal.

A continuación se menciona las condiciones para la recolección y transporte de aceites lubricantes usados.

3.6.2.2 Transporte

La selección de vehículos apropiados para transportar residuos peligrosos debe ser realizada teniendo en cuenta el tipo de residuo peligroso y su forma, los residuos sólidos pueden ser transportados en bidones u otros contenedores, o en camiones especialmente equipados. Los transportistas de residuos líquidos peligrosos pueden usar tanques (camión cisterna) o barriles, esta elección pudiera estar influenciada por las exigencias de la instalación de tratamiento o eliminación, los mismos que pueden variar en sus características, que requieren diversos materiales y métodos de transporte para manejar los residuos que puedan ser corrosivos, inflamables o reactivos.

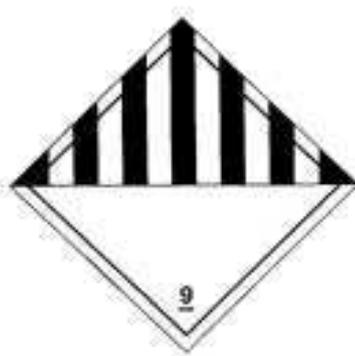
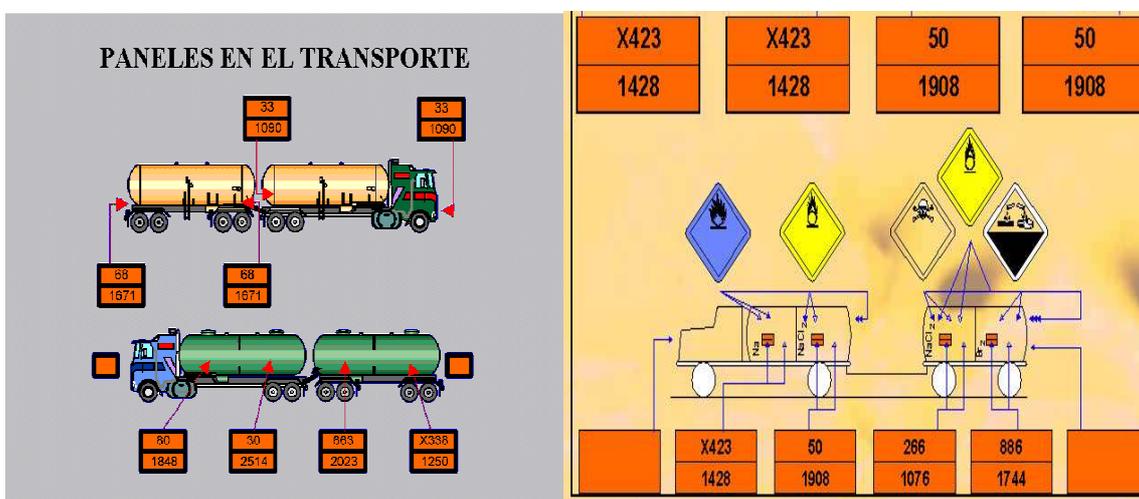
El tanque debe estar construido con o revestido de un material compatible que no afecte o se vea afectado por el contenido que transporta, muchos tanques modernos son construidos o revestidos de acero inoxidable que es compatible con la gama más amplia de contenidos. Independientemente del material del tanque, la construcción debe ser segura, adecuada y lo suficientemente resistente.

Los tanques pueden tener un único compartimento o varios, permitiendo el transporte de materiales diferentes en cada uno de ellos. Los tanques que transportan materiales corrosivos, como ácidos, gases líquidos u otras sustancias que requieren presurización, deben estar especialmente fabricados para soportar la presión.

Los camiones cisterna de carretera y contenedores de tanque que llevan sustancias líquidas peligrosas deben tener paneles para mostrar las etiquetas de advertencia sobre riesgos graves. Los vehículos de transporte se deberán identificar por medio de rótulos de riesgo y paneles de seguridad para advertir que transportan residuos líquidos peligrosos.

La figura 3.11 muestra etiquetas de advertencia para el transporte de residuos peligrosos en camiones cisternas.

Figura 3.11 Etiquetas de advertencia en el transporte de residuos peligrosos



El vehículo en donde se transporte aceite lubricante usado deberá tener las siguientes características:

- Canal interno para su correspondiente limpieza.

- Esquinas redondeadas.
- Aislamiento térmico
- Señalizaciones de acuerdo al Código INEN 2-266:2000

Debe considerarse que el tanque no debe estar completamente lleno, debido a que los líquidos se expanden al calentarse y hay que dejar espacio libre para esta expansión, esto es lo que se llama merma. Como diferentes líquidos se expanden en volúmenes diferentes, requieren también diferente cantidad de merma disponible. Para el caso del transporte de aceite lubricante usado según la normativa internacional el tanque recolector debe dejar un espacio libre del 5 al 10 % de su capacidad total (15).

El volumen de líquido a cargarse en un tanque depende de:

- El volumen de la expansión del líquido en tránsito
- El peso del líquido
- Los límites legales de peso

3.6.2.2.1 Bomba para cargar o descargar aceites lubricantes usados

- a) Deben ser tipo mecánico o manual
- b) Su operación debe ser centrífuga o de desplazamiento positivo.

3.6.2.2.2 Mangueras para cargar o descargar aceites lubricantes usados

- a) Debe ser una manguera flexible que permita su fácil operación y que sea resistente a hidrocarburos y solventes.
- b) La manguera debe movilizarse evitando el goteo de los aceites usados.
- c) Deberán realizarse pruebas estáticas anualmente a 1,5 veces la presión de trabajo.

3.6.2.2.3 *Extintores*

- a) Deben ser de CO₂ o de polvo químico seco y deben contar con una capacidad mínima de 20 libras.
- b) Deben ser recargados por lo menos una vez con periodicidad anual y su etiqueta debe ser legible.
- c) La cantidad y el tipo de los mismos será definido por el Cuerpo de Bomberos.

3.6.2.2.4 *Material Absorbente*

El material oleofílico es aquel material utilizado para el control de goteo, fugas o derrames con características absorbentes y adherentes.

3.6.2.2.5 *Equipos de protección personal*

Un requisito fundamental para la recolección de aceites usados, es que los operarios cuenten con el equipo de protección personal adecuado:

- a) Zapatos antideslizantes
- b) Overol o ropa especial de trabajo
- c) Guantes de cuero

Los transportistas deberán tomar el curso sobre “Transporte y manejo de sustancias peligrosas” para estar en capacidad de identificar los riesgos y de conocer las medidas que deben tomar tanto en el transporte como en el manejo de los aceites lubricantes usados.

3.6.3 METODOLOGÍAS

La metodología del estudio está dirigida a elaborar un plan de recolección de los aceites lubricantes usados. A continuación se presenta diferentes metodologías para realizar un plan de recolección:

- a) Diseño de un plan de recolección de acuerdo al volumen generado y a la capacidad del tanquero.
- b) Diseño de un plan de recolección de acuerdo a rutas de accesos y a la capacidad del tanquero.
- c) Diseño de un plan de recolección de acuerdo a volumen generado, rutas y a la capacidad del tanquero.

3.6.3.1 Diseño de un plan de recolección de acuerdo al volumen generado y a la capacidad del tanquero

Tomando en cuenta la base de datos procesada, se determinó los generadores con mayor volumen de aceites lubricantes usados generados y se evaluó el volumen del tanquero para la recolección.

Para el caso del estudio el volumen generado por los establecimientos fue de 5334,05 gal/mes, y la capacidad del tanquero de 1200 gal por su dimensión y maniobrabilidad en las vías.

El problema de este procedimiento es que no se considera las rutas más eficientes ni el tráfico vehicular existente en el cantón Rumiñahui.

3.6.3.2 Diseño de un plan de recolección de acuerdo a rutas de accesos y a la capacidad del tanquero

Se basa en las vías de acceso a los generadores tomando en cuenta las horas de menor tráfico vehicular y las zonas con el número mayor de establecimientos.

La capacidad del tanquero recolector será diseñada de acuerdo al acceso que posee cada generador, por tal razón su capacidad será de 1200 gal.

El problema de esta metodología es que no se considera una evaluación del volumen generado por cada establecimiento, para establecer la frecuencia de recolección.

3.6.3.3 Diseño de un plan de recolección de acuerdo al volumen generado, rutas y a la capacidad del tanquero

A continuación se presenta la metodología de varios pasos que se utilizó en el presente estudio y sugerida en este proyecto, dado que se dispone de la suficiente información y toma en consideración el volumen generado, rutas y la capacidad del tanquero; y consiste de los siguientes pasos:

- Procesamiento de la información recopilada de los generadores.
- Preparación de mapas de localización mostrando datos de las fuentes de generación.
- Evaluación del volumen generado por los establecimientos.
- Determinación de los establecimientos que generan mayor cantidad de aceites usados.
- Volumen del tanque recolector, distribución de las rutas y recolección del aceite lubricante usado.

3.6.4 PLAN DE RECOLECCIÓN

3.6.4.1 Procesamiento de la información recopilada de los generadores

Se elaboró cuadros que contengan la siguiente información: establecimiento, nombre y volumen generado. La tabla 3.9 muestra los establecimientos que generan aceite lubricante usado en el cantón Rumiñahui.¹⁷

¹⁷ Ver anexo 8. Volumen generado por cada establecimiento.

Tabla 3. 9 Muestra de establecimientos generadores de aceites lubricantes usados

ESTABLECIMIENTO	NOMBRE	VOLUMEN GENERADO POR MES (TANQUE DE 55 gal)	VOLUMEN GENERADO (gal/mes)
Industria	Enkador	13,50	742,50
Concesionario	Toyota-Casa Baca	6,88	378,13
Industria	F.V. Área Andina	5,30	291,50
Lubricadora y lavadora	Lubricantes Sangolquí	5	275,00
Industria	Constructora Bonilla	3,75	206,25

A continuación se clasifica a los establecimientos según su servicio ofrecido y cantidad promedio mensual que genera cada uno de ellos. La tabla 3.10 presenta la clasificación de los establecimientos según el servicio que presta.¹⁸

Tabla 3. 10 Clasificación de establecimientos según su servicio y volumen generado

ESTABLECIMIENTO	NOMBRE	VOLUMEN GENERADO POR MES (TANQUE DE 55 gal)	VOLUMEN GENERADO (gal/mes)
Lubricadora y lavadora	Lubriauto San Pedro	2	110,00
Gasolinera	Primax	0,50	27,50
Concesionario	Toyota-Casa Baca	6,88	378,13
Mecánica	Graciela Topón/Mec. Aut. Diesel	2	110,00
Industria	F.V. Área Andina	5,30	288,75

3.6.4.2 Mapas de localización de los generadores

La información levantada en el catastro de los generadores de aceites lubricantes usados en el cantón, se procedió a ubicar en mapas temáticos para:

- Lavadoras y lubricadoras
- Estaciones de servicio (gasolineras)
- Talleres mecánicos
- Concesionarios
- Industrias
- General

¹⁸ Ver anexo 9. Clasificación de los establecimientos según su actividad y volumen generado.

Con los mapas temáticos por servicio o actividad que presta cada establecimiento se procedió a realizar un mapa general el cual contenga todos los establecimientos que generen aceites lubricantes usados en el cantón Rumiñahui; con este resultado se procedió a identificar la zona o zonas en las cuales existe una mayor concentración de establecimientos y vías que pueden ser utilizadas para realizar la recolección.¹⁹

3.6.4.3 Evaluación del volumen generado y determinación de los establecimientos que generan mayor cantidad de aceite lubricante usado

De acuerdo a la información recopilada en las entrevistas a los operarios de cada establecimiento y al plan piloto, en el cantón se estaría generando alrededor de 5334,05 galones/mes, mayor detalle de esta información se encuentra en el anexo 9.

Los concesionario generan un promedio mensual de 615,31 galones, las lubricadoras y lavadoras generan 1356,34 galones/mes, las estaciones de servicio generan 275 galones/mes, los talleres mecánicos generan 1432,39 galones/mes y las industrias generan 1655,01 galones/mes de aceite lubricante usado.

La tabla 3.11 presenta los establecimientos con mayor volumen de generación, la tabla 3.12 presenta a los establecimientos con capacidad de generar de uno a dos galones mensuales de aceites lubricantes usados y la tabla 3.13 muestra a los establecimientos generadores de aceites lubricantes usados con capacidad de generación menor a 1 galón mensual.

¹⁹ Ver anexo 20. Zonas con mayor número de establecimientos.

Tabla 3. 11 Establecimientos con mayor volumen de generación de aceites lubricantes usados

ESTABLECIMIENTO	NOMBRE	VOLUMEN GENERADO POR MES (TANQUE de 55 gal)	VOLUMEN GENERADO (gal/mes)
Industria ²⁰	Enkador	13 4/8	742,50
Concesionario	Toyota-Casa Baca	6 7/8	378,13
Industria	F.V. Área Andina	5 2/8	291,50
Industria	Constructora Bonilla	3 6/8	206,25
Industria	Danec	3 3/8	185,63
Concesionario	Chevrolet-Metrocar	2 7/8	154,69
Industria	Chaide y Chaide	2 2/8	123,75
Lubricadora y lavadora	Lubriauto San Pedro	2	110,00
Mecánica	Graciela Topón/Mec. Aut. Diesel	2	110,00

Tabla 3. 12 Establecimientos con capacidad de generar entre 1 a 2 gal mensuales de aceites lubricantes usados

ESTABLECIMIENTO	NOMBRE	VOLUMEN GENERADO POR MES (TANQUE de 55 gal)	VOLUMEN GENERADO (gal/mes)
Industria	Chova del Ecuador	1,92	105,38
Mecánica	Turbo Diesel del Valle	1,81	99,69
Lubricadora y lavadora	Lubricantes el Gato	1,69	92,81
Mecánica	Bodegas del Municipio	1,63	89,38
Concesionario	Valle Motor/Nissan	1,50	82,50
Lubricadora y lavadora	Car Wash/Carmen Sambrano/Terpel	1,50	82,50
Lubricadora y lavadora	Teresa Vasconez	1,50	82,50
Mecánica	José Gualotuña	1,50	82,50
Mecánica	Lubridiesel "Mantenimiento Industrial"	1,25	68,75
Lubricadora	Centro De Repuestos Originales	1	55,00
Lubricadora	Lubriservicios C.L.	1	55,00
Lubricadora	Luresa	1	55,00
Lubricadora	Vill Motors	1	55,00
Lubricadora y lavadora	Lavamania	1	55,00
Lubricadora y lavadora	Lubriauto Cashapamba	1	55,00
Lubricadora y lavadora	Lubricambios	1	55,00
Lubricadora y lavadora	Lubricantes La Palma	1	55,00
Lubricadora y lavadora	Talleres Che	1	55,00
Mecánica	Cristian Pizarro	1	55,00
Mecánica	Serviauto Motor Sport	1	55,00
Mecánica	Solo Frenos	1	55,00
Mecánica	Talleres Willian Loya	1	55,00
Mecánica	Tecnicentro Naranja	1	55,00
Mecánica	Trukin Diesel	1	55,00
Mecánica	Vicente Codena	1	55,00

²⁰ Caso especial, la empresa solicitó la recolección cuando ella crear pertinente.

Tabla 3. 13 Establecimientos generadores de aceites lubricantes usados con capacidad de generación menor a un galón mensual

ESTABLECIMIENTO	NOMBRE	VOLUMEN GENERADO POR MES (TANQUE de 55 gal)	VOLUMEN GENERADO (gal/mes)
Mecánica	Talleres Abicar	0,91	50,05
Lubricadora y lavadora	Auto Limpio Lubricantes / Raúl Guacho	0,79	43,56
Lubricadora y lavadora	Lubricadora Vinueza	0,78	42,97
Lubricadora y lavadora	Lubriauto San Pedro	0,75	41,25
Lubricadora y lavadora	Lubricantes Andy	0,75	41,25
Lubricadora y lavadora	Lubricentro Santa Rosa	0,75	41,25
Mecánica	Talleres Multidiesel	0,75	41,25
Lubricadora y lavadora	Lubricadora Apolo	0,65	35,75
Mecánica	Ángel Fernández	0,63	34,38
Mecánica	Cyber Motor	0,63	34,38
Gasolinera	El Átomo	0,50	27,50
Gasolinera	El Oasis	0,50	27,50
Gasolinera	El Oso	0,50	27,50
Gasolinera	El Puma	0,50	27,50
Gasolinera	El Rifle	0,50	27,50
Gasolinera	Estación de Servicio Condorvall	0,50	27,50
Gasolinera	Primax	0,50	27,50
Gasolinera	Súper Estación Full	0,50	27,50
Gasolinera	Viejo Roble	0,50	27,50
Lubricadora	Construcfacil	0,50	27,50
Lubricadora	Lubricantes Trujillo	0,50	27,50
Lubricadora	S/N	0,50	27,50
Lubricadora	S/N	0,50	27,50
Lubricadora y lavadora	Baby Joaquín	0,50	27,50
Lubricadora y lavadora	Lubricadora Rumiñahui	0,50	27,50
Lubricadora y lavadora	Lubricantes Sangolquí	0,50	27,50
Lubricadora y lavadora	Lubricadora Turismo	0,50	27,50
Lubricadora y lavadora	Puntual Check	0,50	27,50
Mecánica	Automotriz Santiago	0,50	27,50
Mecánica	Best Tires "Serviteca" Goodyear	0,50	27,50
Mecánica	Bridgestone	0,50	27,50
Mecánica	Ecotires	0,50	27,50
Mecánica	Llantamatic	0,50	27,50
Mecánica	Mecánica Alfa	0,50	27,50
Mecánica	Mecánica Hnos. Vilaña	0,50	27,50
Mecánica	S/N	0,50	27,50
Mecánica	S/N	0,50	27,50
Mecánica	Toyavalle	0,50	27,50
Mecánica	Universal Motor	0,50	27,50
Mecánica	Mantenimiento Automotriz	0,42	22,88
Mecánica	Automotriz del Valle	0,36	19,80
Mecánica	Servi Car "Centro Automotriz"	0,33	18,15
Gasolinera	Repsol	0,25	13,75
Gasolinera	Terpel	0,25	13,75

Continuación,

Mecánica	Decorauto	0,25	13,75
Mecánica	Electromovil Walle	0,25	13,75
Mecánica	Manuel Gualotuña	0,25	13,75
Mecánica	Mecánica Automotriz	0,25	13,75
Mecánica	Mecánica Automotriz	0,25	13,75
Mecánica	Tecni Frenos	0,09	4,95

A continuación se procedió a realizar un análisis del volumen generado de aceites lubricantes usados por el parque automotor en el cantón, es decir por el parque automotor matriculado en el cantón y comparar con respecto al volumen generado por los establecimientos que realizan cambios de aceites a vehículos. Para ello se asumió un índice de consumo mensual promedio de aceite por un vehículo pesado 7,2 galones de aceite y para un vehículo liviano de 0,5 galones/mes²¹.

Volumen generado = # vehículos matriculados x índice de consumo mensual

La tabla 3.14 muestra el volumen de aceite lubricante usado generado por los vehículos matriculados en el cantón Rumiñahui para el año 2005.

Tabla 3. 14 Volumen de aceite lubricante usado generado por los vehículos matriculados en el cantón Rumiñahui en el año 2005

TIPO DE VEHÍCULOS	NÚMERO DE VEHÍCULOS MATRICULADOS	VOLUMEN GENERADO (gal/mes)
PESADOS		
Ómnibus	197	1418
Camion	3107	22370
Tráiler	459	3305
Volqueta	663	4774
Tanquero	109	785
LIVIANOS		
Automóvil	22785	11393
Camioneta	15141	7571
Jeep	8008	4004
Especial	131	66
Otros	0	0
TOTAL	50600	55685

Fuente: Dirección Nacional de Tránsito y Transporte Terrestre

²¹ Fuente: Desarrollo del análisis de situación, estudio de factibilidad para el manejo ambientalmente adecuado de los desechos aceitosos en el Ecuador.

Con ello se determinó que el consumo de aceite lubricante por los vehículos es de 55685 gal/mes, lo que significaría que la generación de aceite lubricante usado es prácticamente la misma cantidad.

Según la encuesta a las fuentes generadoras de aceites lubricantes usados que realizan cambios de aceites de vehículos en el cantón Rumiñahui, el volumen de aceite lubricante usado que potencialmente puede ser recuperado es de aproximadamente 3679,04 gal/mes. La tabla 3.15 muestra el volumen de aceite lubricante usado generado por los establecimientos que realizan cambios de aceite a vehículos en el cantón.

Tabla 3. 15 Establecimientos que realizan cambios de aceite en el cantón

TIPO DE ESTABLECIMIENTO	VOLUMEN GENERADO gal/mes
Concesionarios	615,31
Lubricadoras y Lavadoras	1356,34
Gasolineras	275,00
Mecánicas	1432,39
TOTAL	3679,04

Para determinar el porcentaje de aceite usado generado se realizó el siguiente cálculo:

$$\% \text{ aceite usado recuperado} = \frac{VCA}{VVM} \times 100$$

Donde:

VCA: Volumen generado por los establecimientos que realizan cambios de aceites

VVM: Volumen de aceite lubricante usado generado por los vehículos matriculados

Y se determinó que el 7% de aceite lubricante usado producido en el cantón se estaría recuperando, la pérdida de aceite usado, en otros usos y en el ambiente, es alrededor de 93% sea por el manejo inadecuado, por el mercado ilegal y una

gran parte la se disposición clandestina en los sistemas de drenaje, suelos y en los cuerpos superficiales de aguas. Cabe aclarar que estos datos son variables puesto que los vehículos no necesariamente realizan los cambios de aceite en el cantón y también se deberá considerar que los datos del parque automotor matriculado fueron del 2005.

Los datos generados anteriormente servirán de base para tener una mejor apreciación del volumen generado de aceites lubricantes usados por el parque automotor, y no representa la realidad actual a la cual se está enfrentando el cantón.

3.6.4.4 Volumen del tanque recolector, vías de acceso a los establecimientos y recolección del aceite lubricante usado

Volumen del tanque recolector

Los tanques recolectores o llamados también camiones cisterna que se utilizan en el país para la recolección de aceite lubricante usado varían en su capacidad desde 330, 600, 1200, 2000 y 10000 galones según la demanda de aceite lubricante usado generado a recolectar, estos datos fueron tomados del estudio de Factibilidad del Manejo Ambientalmente Correcto (MAC) de los residuos aceitosos en Guayaquil.

El camión cisterna conveniente para la recolección en el cantón podría tener una capacidad máxima de 1200 gal, debido a su dimensión y forma que facilita la movilización, maniobrabilidad por las vías de acceso a los establecimientos.

La figura 3.10 muestra la forma de un camión cisterna con capacidad de 1200 gal.

Figura 3.10 Camión cisterna con capacidad de 1200 gal



Vías de acceso a los establecimientos

Los establecimientos generadores de aceites lubricantes usados en el cantón se encuentran distanciados uno del otro, por tal razón se elaboró un mapa que contiene zonas donde existe mayor concentración de establecimientos; este mapa consta de tres zonas: la primera, ubicada en la parte sur del cantón que comprende a la zona industrial; la segunda, correspondiente a la parte central; y la tercera, en la parte norte del cantón; en estas zonas se encuentran asentadas el mayor porcentaje de establecimientos generadores (ver anexo 18).

Las vías principales de acceso a estas zonas son: Av. General Pintag, Av. General Rumiñahui, Av. General Enríquez, Av. Mariana de Jesús y Av. Los Shyris.

Recolección de aceites lubricantes usados

La recolección de los aceites usados en el cantón Rumiñahui se la realizaría en dos rutas como se menciona a continuación²²:

Ruta 1: comprende las zonas 1 y 2 con mayor número de establecimientos de la parte sur del cantón. A estas zonas se puede acceder por la Av. General Pintag donde iniciaría el recorrido, continua por la calle Luis Cordero, Av. Juan Salinas,

²² Ver anexo 12. Valoración económica de la recolección de aceites lubricantes usados.

Francisco Guarderas, Av. Gral. Rumiñahui, Av. Los Shyris, Av. Juan Salinas, los Jilgueros y termina en la Av. Gral. Pintag debido a que el centro de almacenamiento temporal se encuentra en la ciudad de Ibarra, perteneciente al gestor del plan piloto de recolección de aceites lubricantes usados en el cantón²³.

Se evaluó el volumen generado en las zonas 1 y 2, para saber aproximadamente cual es la cantidad a ser recolectada por el tanquero y establecer la frecuencia de recolección, tomando en consideración que el tanquero no debe estar completamente lleno, del 5 al 10% libre. El volumen total generado en la ruta 1 es aproximadamente 2452,52 gal/mes, como se puede apreciar este valor sobrepasa la capacidad del tanquero, por tal razón la recolección se deberá realizar cada 15 días. Si el tanquero se llenara en el transcurso de la ruta, éste deberá al día siguiente empezar la recolección en el sitio donde se lleno para cubrir la ruta establecida. Adicionalmente el tanquero deberá transitar a partir de las 9:30 de la mañana, que es la hora de menor afluencia vehicular. El orden de recolección a los establecimientos generadores de aceites lubricantes usados se muestran en el mapa de la ruta 1.²⁴ La tabla 3.16 indica a los establecimientos generadores de aceites lubricantes usados que forman parte de la ruta 1 de recolección.

Tabla 3. 16 Establecimientos que serán recolectados en la ruta 1

No	NOMBRE	ESTABLECIMIENTO	VOLUMEN GENERADO (gal/mes)
1	Chova Del Ecuador	Industria	105,38
2	Constructora Bonilla	Industria	206,25
3	Construcfacil	Lubricadora	27,50
4	Turbo Diesel Del Valle	Mecánica	99,69
5	Super Estación Full	Gasolinera	27,50
6	Lubriauto San Pedro	Lubricadora y lavadora	41,25
7	Bodegas Del Municipio	Mecánica	89,38
8	Lubricambios	Lubricadora y lavadora	55,00
	Terpel	Gasolinera	13,75
9	Mecánica Alfa	Mecánica	27,50
10	Baby Joaquín	Lubricadora y lavadora	27,50
11	S/N Casa 11 99	Mecánica	27,50
12	Luresa	Lubricadora	55,00
13	Lubridiesel "Matenimiento Industrial"	Mecánica	68,75
14	Decorauto	Mecánica	13,75
15	Trukin Diesel	Mecánica	55,00
16	Cyber Motor	Mecánica	34,38

²³ Ver anexo 13. Tiempos de recolección de la Ruta 1

²⁴ Ver anexo 22. Mapa de la Ruta 1 de recolección de generadores de aceites lubricantes usados.

Continuación,

	Cristian Pizarro	Mecánica	55,00
17	Automotriz Santiago	Mecánica	27,50
	Lubricantes Andy	Lubricadora y lavadora	41,25
18	Vicente Codena	Mecánica	55,00
	Lubriservicios C.L.	Lubricadora	55,00
19	S/N	Lubricadora	27,50
20	Estación de Servicio Condorvall	Gasolinera	27,50
21	Mecánica Hnos. Vilaña	Mecánica	27,50
22	Viejo Roble	Gasolinera	27,50
23	El Oso	Gasolinera	27,50
24	El Rifle	Gasolinera	27,50
25	Chaide Y Chaide	Industria	123,75
26	F.V. Área Andina	Industria	291,50
27	Graciela Topón/Mec. Aut. Diesel	Mecánica	110,00
28	Danec	Industria	185,63
29	Lubricantes El Gato	Lubricadora y lavadora	92,81
30	Lubricantes La Palma	Lubricadora y lavadora	55,00
31	Manuel Gualotuña	Mecánica	13,75
	Talleres Willian Loya	Mecánica	55,00
32	Talleres Multidiesel	Mecánica	41,25
33	El Puma	Gasolinera	27,50
34	Toyavalle	Mecánica	27,50
35	Lubriauto Cashapamba	Lubricadora y lavadora	55,00

Ruta 2: comprende la zona 3 y aquellos establecimientos que no cubre la ruta 1. La recolección partirá como en caso anterior por la Av. General Pintag, para posteriormente acceder a zona 3 por la Av. General Rumiñahui hacia el norte del cantón²⁵.

El volumen total de aceite lubricante usado generado en la ruta 2 es de aproximadamente 2056,56 gal/mes, valor que sobrepasa la capacidad del tanquero, por tal razón la recolección se realizará cada 15 días. Si el tanquero se llenara en el transcurso de la ruta, éste deberá al día siguiente empezar la recolección en el sitio donde se lleno para cubrir la ruta establecida. Adicionalmente el tanquero deberá transitar a partir de las 9:30 de la mañana, que es la hora de menor afluencia vehicular. El orden de recolección a los establecimientos generadores de aceites lubricantes usados se muestran en el

²⁵ Ver anexo 13. Tiempos de recolección de la Ruta 2.

mapa de la ruta 2.²⁶ La tabla 3.17 indica a los establecimientos generadores de aceites lubricantes usados que forman parte de la ruta 2 de recolección.

Tabla 3. 17 Establecimientos que serán recolectado en la ruta 2

N°	NOMBRE	ESTABLECIMIENTO	VOLUMEN GENERADO (gal/mes)
1	Mecánica Automotriz	Mecánica	13,75
2	Repsol	Gasolinera	13,75
3	Best Tires "Serviteca" Goodyear	Mecánica	27,50
4	Toyota-Casa Baca	Concesionario	378,13
5	Chevrolet-Metrocar	Concesionario	154,69
	Lavamania	Lubricadora y lavadora	55,00
6	Serviauto Motor Sport	Mecánica	55,00
7	El Átomo	Gasolinera	27,50
8	Solo Frenos	Mecánica	55,00
9	Primax	Gasolinera	27,50
10	Tecni Frenos	Mecánica	4,95
11	Centro De Repuestos Originales	Lubricadora	55,00
12	Valle Motor/Nissan	Concesionario	82,50
13	Ecotires	Mecánica	27,50
14	Llantamatic	Mecánica	27,50
15	Car Wash/Carmen Sambrano/Terpel	Lubricadora y lavadora	82,50
16	Tecnicentro Naranja	Mecánica	55,00
17	Lubricadora Turismo	Lubricadora y lavadora	27,50
18	Mantenimiento Automotriz	Mecánica	22,88
	Lubricadora Apolo	Lubricadora y lavadora	35,75
19	El Oasis	Gasolinera	27,50
20	Auto Limpio Lubricantes / Raúl Guacho	Lubricadora y lavadora	43,56
21	Automotriz Del Valle	Mecánica	19,80
22	Teresa Vasconez	Lubricadora y lavadora	82,50
23	Talleres Abicar	Mecánica	50,05
24	José Gualotuña	Mecánica	82,50
25	Talleres Che	Lubricadora y lavadora	55,00
26	Lubriauto San Pedro	Lubricadora y lavadora	41,25
27	Ángel Fernández	Mecánica	34,38
28	S/N	Mecánica	27,50
29	Lubricantes Trujillo	Lubricadora	27,50
30	Lubricentro Santa Rosa	Lubricadora y lavadora	41,25
31	Servi Car "Centro Automotriz"	Mecánica	18,15
32	Universal Motor	Mecánica	27,50
33	S/N	Lubricadora	27,50
34	Lubricadora Rumiñahui	Lubricadora y lavadora	27,50
35	Electromovil Walle	Mecánica	13,75
	Lubricantes Sangolquí	Lubricadora y lavadora	27,50
36	Vill Motors	Lubricadora	55,00
37	Bridgestone	Mecánica	27,50
38	Mecánica Automotriz	Mecánica	27,50
39	Lubricadora Vinuesa	Lubricadora y lavadora	42,97
40	Puntual Check	Lubricadora y lavadora	27,50

²⁶ Ver anexo 23. Mapa de la Ruta 2 de recolección de generadores de aceites lubricantes usados.

La industria ENKADOR que se encuentra ubicada en la Av. Juan Salinas vía a San Fernando, no fue considerado en las rutas de recolección, debido a que la industria solicitó a la Dirección de Control Ambiental una recolección específica por su volumen.

CAPÍTULO 4

RESULTADOS

4.1 ALTERNATIVAS DE DISPOSICIÓN FINAL

El aceite lubricante usado recuperado se debe emplear para condiciones de servicio menos críticas que aquellas a las que estaba sometido inicialmente; es así que antes de elegir que método se usara en la recuperación es necesario conocer su composición química; el método de recuperación a elegir está íntimamente ligado a la composición química (cuanto menor sea la calidad del aceite base en el aceite usado mayor será el costo y dificultad de tratamiento); en algunos casos el factor decisivo es la disponibilidad de infraestructura adecuada.

De acuerdo a principios ambientales de los procesos actuales de regeneración para aceites usados, por su mayor ahorro de materias primas, menores emisiones y olores, así como la menor producción de residuos o efluentes; a continuación se presentan cuatro alternativas de gestión para los aceites lubricantes usados que son las siguientes: re-utilización en otros usos, regeneración o re-refinación, valorización energética e incineración.

4.1.1 RE-UTILIZACIÓN EN OTROS USOS

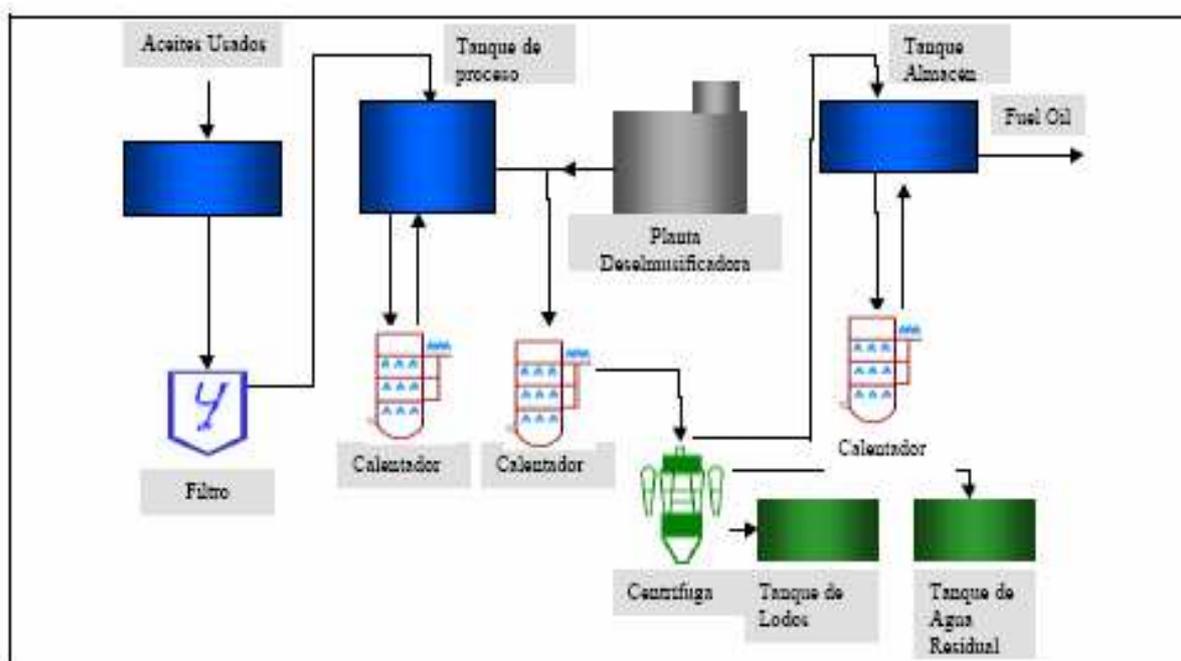
Si la calidad del aceite lubricante usado lo permite o previo tratamiento para remoción de contaminantes insolubles y productos de oxidación, mediante calentamiento, filtración, deshidratación y centrifugación, el aceite puede reusarse como aceite de maquinaria de corte o en sistemas hidráulicos. Un ejemplo es el aceite dieléctrico, es uno de los que se puede mantener limpio luego de su uso.

Otro método sencillo para aprovechar el aceite lubricante usado es en la producción de grasa para la fabricación de jabón, para ello el aceite se mezcla con estearato de sodio o calcio en recipientes de agitación caliente, se agrega al jabón terminado mientras que este está aún caliente y suave, en una proporción de 20% de jabón a 80% de aceite usado.

Adicionalmente se utiliza como materia prima en procesos industriales tales como en la fabricación de membranas impermeables debido a sus propiedades hidrófobas para construcción y en la fabricación de pinturas asfálticas.

Los procesos comúnmente utilizados son los de filtración y de centrifugación, tal como se muestran en la figura 4.1 y se describen a continuación.

Figura 4.1 Planta de reprocesamiento del aceite lubricante usado



Fuente: <http://www.estrucplan.com.ar/>

El sistema de depuración consiste de filtros y bombas de centrifugación como también de tanques de almacenamiento tanto del aceite lubricante usado como del aceite lubricante usado centrifugado. Con la centrifugación y filtración se eliminan los metales pesados contenidos en el aceite.

Ventajas

- El aceite lubricante usado es limpiado de las impurezas como son los metales pesados y el agua.
- Esta alternativa es de costo asequible para el sector industrial.
- Dependiendo del desgaste del aceite lubricante usado, éste puede ser utilizado nuevamente como aceite lubricante en máquinas viejas que no necesiten una lubricación de alta calidad.
- Es un proceso que puede complementar a otras alternativas, como por ejemplo, utilizarlo para limpieza del aceite lubricante usado antes de que sea aprovechado energéticamente.

Desventajas

- Disposición de los lodos que contienen altos porcentajes de metales pesados y del agua que se obtiene como residuo del proceso.
- Con estos procesos no se obtienen aceites lubricantes de alta calidad.
- No se han encontrado indicios de que con la centrifugación se limpie el aceite lubricante usado de los contenidos de PCB's.

4.1.2 REGENERACIÓN

La regeneración de aceites lubricantes usados es la operación mediante la cual se obtiene un nuevo aceite base comercializable.

El aceite usado es una mezcla de hidrocarburos que podríamos clasificar en:

- Aceites livianos (gas-oil, kerosene).
- Aceites pesados (aceites base de lubricantes) en varios tipos.
- Aditivos utilizados en su formulación como lubricantes y otros hidrocarburos más pesados, que en conjunto conforman lo que se denomina fuel oil.

Mediante distintos tratamientos es posible la recuperación material de las bases lubricantes presentes en el aceite original, de manera que resulten aptas para su reformulación y utilización. Casi todos los aceites lubricantes usados son regenerables, aunque en la práctica la dificultad y su costo son las limitantes de esta alternativa para aquellos aceites con alto contenido de aceites vegetales, aceites sintéticos, agua y sólidos.

En general, el proceso de regeneración consta de tres fases:

- Pretratamiento: esta fase consiste en eliminar una parte importante de los contaminantes del aceite usado, como son: el agua, hidrocarburos ligeros, lodos, partículas gruesas, etc. Cada proceso emplea un método determinado o incluso una combinación de varios.
- Regeneración: en esta fase se eliminan los aditivos, metales pesados y fangos asfálticos, obteniendo al final un aceite libre de contaminantes con una fuerte coloración que lo hace inviable comercialmente, por esto es necesario incluir una última etapa de acabado.
- Acabado: dependiendo del uso final del aceite regenerado dependerán los métodos usados en esta etapa.

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

Son varias las tecnologías utilizadas para la regeneración de aceites usados, muchas de ellas son costosas y se requieren grandes cantidades de este residuo para que sea económicamente viable y justifique la implementación de una planta de regeneración.

La regeneración de aceites lubricantes usados, en grandes cantidades, podría suplir una necesidad del mercado de la base de aceite mineral, dejando el aceite usado de ser un residuo peligroso para convertirse en una materia prima sustituta para productos derivados de petróleo.

El aumento de los precios internacionales del petróleo permite que esta actividad sea rentable. El precio del petróleo afecta directamente los intereses económicos de aquellas industrias que utilizan derivados del mismo, como es el aceite base mineral y el fuel oil, lo que permite que esta actividad de regeneración o re-refinación de aceites lubricantes usados tenga buenas perspectivas de un negocio que incentive el desarrollo de una nueva industria y tecnologías que permitan hacer un uso más eficiente de esta fuente de energía, acompañado de un buen marco legal y regulaciones ambientales que permita un viable desarrollo de este tipo de industrias, que aporten con la protección del ambiente y con fuentes de trabajo.

Las tecnologías utilizadas para la regeneración o re-refinación de aceites usados, incluyen las siguientes:

4.1.2.1 Ácido-arcilla

Inicialmente, el aceite se somete a evaporación de aquellos productos ligeros como agua e hidrocarburos del rango de la gasolina. Luego se trata con ácido sulfúrico y se filtra a través de arcilla y cal para mejorar su color y acidez. En una siguiente etapa el aceite se fracciona para separar destilados livianos del tipo gas-oil y así obtener finalmente la base lubricante. El proceso tiene un rendimiento global del 70% en peso de la carga de aceite. La desventaja de este proceso es que se genera un residuo de arcilla ácida y aceite de difícil disposición final.

4.1.2.2 Destilación a vacío-arcilla

El aceite se destila a presión por debajo de la atmosférica, lo que permite operar a bajas temperaturas reduciendo los problemas de descomposición. Se utiliza la arcilla con alta capacidad adsorbente para reducir las impurezas, fundamentalmente metales pesados. La desventaja de este proceso es que se genera como residuo arcilla con aceite.

4.1.2.3 Destilación en vacío e hidro-tratamiento (Proceso K.T.I.)

El aceite lubricante usado es deshidratado, para eliminar parte de los hidrocarburos livianos, luego el aceite es enviado a una torre de destilación al vacío, donde se extraen por una parte componentes livianos remanentes, quedando en el fondo los contaminantes pesados. Los productos livianos separados pueden ser usados como combustibles. El fondo contiene metales, productos de polimerización y materiales asfálticos, considerados como residuos peligrosos, que se deben quemar en un incinerador de residuos peligrosos o en hornos de cemento. La desventaja que presenta este proceso es su alto costo.

4.1.2.4 Proceso Meinken

La carga de aceite lubricante usado es previamente deshidratada para eliminar el agua y otros contaminantes de bajo punto de ebullición. Posteriormente el aceite se pasa a través de una unidad de termocracking, para reducir los desechos, por un lado de esta unidad se obtiene un destilado que unido al producto de la unidad de vacío, formaran después de la redestilación el "spindle oil". El producto de salida de la unidad de termocracking se bombea a la unidad de tratamiento ácido, en la cual se pone en contacto con el ácido sulfúrico, obteniéndose de esta operación el aceite ácido, resultante del tratamiento y un desecho ácido, el cual representa el 10.5% en peso en relación a la carga inicial. Este aceite ácido se lleva a la unidad de vacío donde se despoja de la fracción de gas oil y finalmente se trata en la unidad de filtración-neutralización, donde se obtiene un básico de alta calidad.

El rendimiento del proceso es del 70% en peso con relación a la carga sin contar un 12% de gas-oil obtenido como producto secundario, el cual se utiliza como combustible. Este proceso es el más difundido mundialmente por su versatilidad y eficiencia.

4.1.2.5 Proceso selecto propano ácido-arcilla

Es una modificación del proceso ácido-arcilla convencional. En éste proceso, se incluyen nuevas unidades con el objeto de disminuir el consumo de ácido sulfúrico y por consiguiente la producción de desechos.

El rendimiento del proceso en relación con la carga es del 79.5% en peso y un 6% de gas oil, y el volumen de residuos se limita a un 5%.

4.1.2.6 Proceso selecto propano-hidroterminado

Este proceso tiene como fin producir bases de alta calidad, sin dejar desechos como el proceso selecto propano ácido-arcilla. La carga de aceite usado, alimenta a la unidad de pretratamiento, para eliminar agua e hidrocarburos livianos, esta carga pretratada, se bombea a la unidad de selecto propano, en la cual se prepara los destilados con propiedades lubricantes y un residuo de hidrocarburos pesados, que pueden usarse como combustible.

Los destilados obtenidos se bombean a la unidad de hidrotratamiento, en donde son hidrogenados. Las bases hidrogenadas se destilan en tres cortes, los cuales se filtran y almacenan. Las bases obtenidas del tipo "spindle oil", neutral y bright-stock representan un 83.2% en peso con relación a la carga, se obtiene además un 6% de gas oil, 1.5% de gas combustible y un 5% de combustible pesado.

4.1.2.7 Proceso Berk

Éste proceso incorpora un primer paso de deshidratación para eliminar agua e hidrocarburos livianos, seguido por una precipitación de lodos que se consigue con el uso del solvente 2-propanol-metilcetona-1-butanol con una relación de aceite de 3:1. Éste paso provee una recuperación promedio de la base 95% en peso con una reducción de cenizas del 75%. Posteriormente el aceite extraído con solvente se pone en contacto con arcilla para mejorar el color y el olor.

Finalmente se realiza el hidrotreatmento que es el paso más complejo y más costoso con la ventaja de generar un mínimo de subproductos.

4.1.2.8 Proceso PROP

El aceite lubricante usado se pone en contacto con una solución de fosfato diamónico, los metales (excepto el zinc ditiofosfato) reaccionan con el fosfato para producir fosfatos insolubles en agua y en aceite.

El aceite sale de éste proceso convertido en una emulsión que contiene aproximadamente el 1% de los sólidos, esta emulsión se trata mediante un tratamiento térmico que produce la degradación de una cantidad apreciable de éste compuesto de fósforo y a la vez produce la aglomeración de los sólidos dispersos, los cuales se separan posteriormente por filtración.

El aceite desmetalizado y deshidratado se mezcla con hidrógeno en caliente utilizando níquel-molibdeno, éste tratamiento remueve compuestos de azufre, nitrógeno y cloro, el aceite se hace circular a través de un lecho de arcilla, la arcilla tiene como fin la descomposición de los ácidos sulfónicos y mejorar el color y el olor del aceite obtenido. Finalmente se lleva a cabo un proceso de limpieza para remover la fracción de combustibles restantes, esta operación permite controlar el punto de encendido del aceite purificado.

Esta es una de las tecnologías usadas en la regeneración de lubricantes que no produce contaminación (ya que no usa ácidos o solventes en el tratamiento), no requiere destilación al vacío, no cambia la estructura de los hidrocarburos que constituyen el aceite y los contaminantes se retiran de forma tal que no contaminan el ambiente.

4.1.2.9 Extracción por solvente

Esta técnica es uno de los procesos más económicos y eficientes en la recuperación de aceites lubricante usados. Éste proceso reemplaza el proceso de ácido-arcilla produciendo un lodo orgánico útil en lugar de un lodo toxico. El proceso consiste en mezclar el aceite lubricante usado y el solvente en proporciones adecuadas para asegurar una completa miscibilidad de la base lubricante en el solvente. El solvente debe retener los aditivos y las impurezas orgánicas que normalmente se encuentran en los aceites lubricantes usados, estas impurezas floculan y sedimentan por acción de la gravedad. Al final se recupera el solvente por destilación para propósitos de reciclaje.

Éste proceso es capaz de remover entre 10 y 14% del aceite lubricante usado como contaminante, lo cual corresponde a la cantidad de aditivos e impurezas que normalmente se encuentran en el aceite lubricante usado. La etapa más crítica en el diseño de éste proceso es desarrollar el tipo apropiado de solvente, los parámetros de extracción y la relación de solvente-aceite. El sistema debe tener la capacidad de separar el máximo posible de lodos del aceite lubricante usado y al mismo tiempo perder la mínima cantidad de base lubricante en los lodos.

El aceite lubricante usado se guarda en un tanque con fondo cónico para permitir la sedimentación de partículas grandes, se deja en el tanque por 3 días para homogeneizarlo. Una mezcla de aceite lubricante usado y solvente (se recomienda usar: 2-propanol, MEK o 1-butanol) se agita a 275 rpm durante 15 minutos, estas condiciones aseguran un mezclado adecuado. La mezcla se deja sedimentar por 24 horas, después de esto se lavan los lodos usando 2-propanol y n-hexano, éste proceso de lavado remueve un 95% del aceite intersticial presente en los lodos. Siguiendo el proceso de lavado los lodos se llevan al horno por 5 minutos a 100 °C para evaporar el exceso de solventes. Las pérdidas del aceite se calculan como el peso de los lodos húmedos antes de lavarlos menos el peso de los lodos secos sobre el peso del aceite adicionado en la mezcla.

El API (American Petroleum Institute), reconocido como una de las máximas autoridades a nivel mundial en aspectos técnicos del petróleo, manifiesta que los aceites bases obtenidos por re-refinación son idénticos a los que surgen de refinación del petróleo.

Como es el caso de España y de otros países del mundo se manifiestan cifras similares respecto a los rendimientos; así se estima que el refinado tradicional de 100 litros de petróleo produce 2 litros de aceite base mineral, mientras que 3 litros de aceite mineral usado permite la producción de 2 litros de aceite base mineral.

En el resto de Europa, la industria de la regeneración de aceites lubricantes usados también ha avanzado de manera significativa, siempre de la mano de las mayores regulaciones ambientales. En este contexto se desarrolla la actividad de GEIR (Groupement Européen de l'Industrie de la Régération / European Re-refining Industry section), esta entidad agrupa a 21 empresas dedicadas a la recolección y/o re-refinación de aceites minerales usados que representan el 90% del total de capacidad de re-refinación de Europa (16).

El potencial de recolección de Europa en general está en el orden de los 2,2 millones de Tn/año, aunque solo se están recolectando 1,77 millones de Tn/año. Este nivel de recolección aumentará en la medida que aumente la capacidad de re-refinación que actualmente se encuentra en el orden de los 1,6 millones de Tn. distribuido en 24 plantas de re-refinación. Cabe aclarar que las cantidades de aceite en condiciones de ser recolectado también aumentan en la medida que se desarrolla la industria (16).

En Estados Unidos se estima que el porcentaje recuperado de aceite usado es del 65%; el desarrollo de la industria de regeneración o de re-refinación de aceites usados ha permitido que el API cree un sistema de certificaciones y licencias denominado EOLCS (API Engine Oil Licensing and Certification System) para que las empresas re-refinadoras puedan ofrecer productos a base de aceites re-refinados y demás subproductos de la re-refinación, avalados por la institución.

Uno de los casos más cercanos en Latinoamérica es Argentina que se ha involucrando en el desarrollo de la regeneración o re-refinación de aceites lubricantes usados; actualmente la Cámara Argentina de Lubricantes informa que se consumen en el país alrededor de 300 000 m³ de aceites lubricante virgen. El porcentaje de recuperación según datos de Repsol y las empresas recolectoras oficiales se estima en 120 000 m³ por año es decir alrededor del 40%.

4.1.3 VALORACIÓN ENERGÉTICA

Para el aprovechamiento energético de los aceites lubricantes usados, existen dos alternativas que están en función de las instalaciones en las que se va a realizar el mismo.

La primera, donde el aceite es mezclado con fuel-oil y destinado como combustible en instalaciones con alta potencia térmica, altas temperaturas, gran consumo de combustible y alta producción de gases; mezclado con fuel-oil (en calderas industriales y hornos de cemento) ya sea por combustión directa o con pre-tratamiento del aceite (separación de agua y sedimentos).

El aceite lubricante usado constituye uno de los residuos con mayor potencial para ser empleado como combustible por su elevado poder calorífico, un metro cúbico de aceite lubricante usado contiene un valor energético de 40 000 kJ. Aunque la mayoría de calderas domésticas, calderas comerciales e industriales de baja potencia de generación, pueden quemar aceites lubricantes usados, en la práctica no es recomendable debido al problema de contaminación potencial del aire, por tratarse de quemas de productos sin control, quemado bajo condiciones no controladas y sin tratamiento de emisiones, especialmente por el contenido de metales pesados.

El mayor ejemplo de esto son los hornos de clinker en las cementeras, donde el aceite lubricante usado es combustionado y los contaminantes de éste, especialmente los metales, quedan incorporados al cemento y aquellas partículas

que no lo hacen son retenidas en los precipitadores electrostáticos u otros dispositivos de control de emisiones gaseosas.

La segunda alternativa consiste en la aplicación de tratamientos físico-químicos más complejos con el fin de fabricar un combustible que pueda tener un espectro de utilización más amplio, como por ejemplo en instalaciones con menos potencia térmica o en motores de combustión y calderas. Estos tratamientos deben incluir como mínimo la separación de elementos volátiles y de metales pesados, así como agua y sólidos (normalmente esto hace por destilación o por tratamiento con aditivos floculantes).

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

Si el aceite lubricante usado es quemado (sólo o mezclado con fuel-oil) sin un pretratamiento y un control adecuado de emisiones, origina importantes problemas de contaminación con gases muy tóxicos, de compuestos de plomo, cloro, fósforo, azufre, etc. Cinco litros de aceite quemados en una estufa contaminan 1000000 m^3 de aire, que es la cantidad de aire respirada por una persona durante tres años.

4.1.4 DESTRUCCIÓN EN INCINERADORES DE RESIDUOS PELIGROSOS

Esta solución se usa cuando no es posible ni la regeneración, ni la combustión de los aceites usados y en los casos que presenten niveles de contaminantes como metales pesados o halógenos, que no permita la sustitución de combustible en

hornos o calderas industriales. Así, aceites con niveles de PCB's superiores a 50 ppm se deben ser incinerados.

Los hornos incineradores utilizados se componen de dos cámaras de combustión. La primera se denomina cámara de combustión y es el lugar donde se introducen los desechos a incinerar; esta trabaja a temperaturas entre 650 a 900 °C. Esta cámara no debe funcionar por encima de los 900 °C porque produce desprendimiento del material particulado y no debe trabajar a menos de 650 °C porque no se combustionarían bien los desechos que se procesan. La segunda cámara o llamada también de post-combustión, está diseñada para una temperatura de 1200 °C y con un tiempo de residencia de los gases de combustión de dos (2) segundos, con un mínimo de 3% de O₂ en la salida de los gases. La finalidad de esta segunda cámara es de destruir compuestos orgánicos que se forman en la primera cámara. Para aceites que contengan PCB's, el horno incinerador debe cumplir con estos requisitos técnicos. Adicionalmente, estos hornos están diseñados normalmente con un exceso de aire de 150% en la segunda cámara. Los hornos incineradores son construidos con ladrillos refractarios y con aislantes; el espesor total debe ser aproximadamente de 20,32 cm y el espesor de las planchas debe ser aproximadamente de 5 mm. La temperatura de la superficie externa del horno debe estar por debajo de los 100 °C. La altura de la chimenea de un horno incinerador debe tener por lo menos 15 m desde el nivel del suelo (3).

Requisitos Técnicos

La eliminación térmica debe de realizarse a aquellos aceites usados que contienen más de 50 ppm de bifenilos policlorados. Esto se debe a que estos aceites usados se deben de tratar como desechos peligrosos y manejarse de acuerdo a su regulación. A continuación indicamos las características técnicas que debe poseer un incinerador para destruir a los aceites usados con un contenido de PCB's elevados:

1. La combustión debe realizarse a 1200 °C, con un tiempo de retención de dos segundos y un 3% de oxígeno en la salida de los gases o 1600 °C, con un tiempo de retención de 1,5 segundos y un 2% de oxígeno a la salida de los gases.
2. La eficiencia de combustión debe ser de 99,9%.
3. El flujo de los aceites lubricantes usados (PCB's) y la alimentación total debe ser monitoreada por lo menos una vez cada 15 min.
4. La temperatura de combustión debe ser monitoreada continuamente.
5. Si la temperatura cae debajo de los 1200 °C (o 1600 °C, según sea el caso) el flujo de los aceites lubricantes usados (PCB's) automáticamente debe de cesar. Además el flujo de los aceites lubricantes usados (PCB's) debe cesar si hay una falla de monitoreo de operación o si el oxígeno medido cae debajo del mínimo requerido.
6. Cuando un incinerador es inicialmente utilizado para la disposición final del PCB's, se deben monitorear las siguientes emisiones en la chimenea:
 - Oxígeno (O₂)
 - Monóxido de Carbono (CO)
 - Dióxido de carbono (CO₂)
 - Óxidos de Nitrógeno (NO_x)
 - Acido clorhídrico (HCl)
 - Compuestos orgánicos clorados totales (RCI)
 - PCB's
 - Material particulado
7. Durante una operación normal la concentración de CO₂ en la salida de los gases deberá ser monitoreada periódicamente. Las fracciones de O₂ y de CO de los gases de salida deberán ser monitoreadas continuamente.

8. Los depuradores (scrubbers) o un equipo equivalente de limpieza de los gases deberán de ser usados para el control de las emisiones de HCl en los gases de salida. Los scrubbers deben ser monitoreados de acuerdo a los estándares de efluentes.
9. Si los PCB's a incinerar no se encuentran en estado liquido, además de los requerimientos anteriores, se debe cumplir que las emisiones de descarga no deberán ser mayores de una libra de PCB por un millón de libras de PCB's (99,9999 %) cargados en el horno.

Ventajas

- Con un horno incinerador se puede obtener una eficiencia de destrucción de alrededor del 99.99% del contaminante que se desee destruir.
- El aceite usado puede ser utilizado como fuente de energía en un horno incinerador.
- La destrucción del contenido de PCB's en el aceite lubricante usado.

Desventajas

- Realizar la correcta disposición final de la ceniza proveniente de un horno incinerador.
- Aplicar tecnologías de tratamiento para las aguas residuales provenientes de los sistemas de control de emisiones del horno incinerador.
- Costos elevados de los sistemas de control adicionales que se deben implementar en un horno incinerador para controlar contaminantes como metales pesados, material particulado y otros.
- Debe estar situado en un área lejos de concentraciones poblacionales.
- Costos asociados con estudios adicionales que se requieren, como por ejemplo, estudios de modelación de dispersión de contaminantes en la atmósfera.

Esta priorización se basa en las ventajas ambientales de los procesos actuales de regeneración, por su mayor ahorro de materias primas, menores emisiones y

olores, así como la menor producción de residuos o efluentes. Sin embargo se debe tener en cuenta que todavía coexisten procesos de regeneración que son muy contaminantes, frente a lo cual la opción de valorización energética puede ser más conveniente (8).

4.1.5 LA MEJOR ALTERNATIVA PARA EL CANTÓN RUMIÑAHUI

En cuanto a la disposición de aceites lubricantes usados, en la mayoría de los países del mundo existen dos tendencias muy bien definidas y que se han desarrollado notablemente en los países desarrollados, estas son: la regeneración o re-refinación y la valorización energética como combustibles en ciertos procesos industriales. La re-utilización y la incineración son alternativas complementarias o de última instancia, respectivamente.

Para la regeneración o re-refinación y la valorización energética es necesario considerar de aquí en adelante al aceite lubricante usado como una sustancia susceptible de ser utilizada como materia prima o energética.

La re-utilización en otros usos implica un reprocesamiento del aceite lubricante usado, el mismo que puede ser utilizado en otros procesos como para las alternativas de regeneración o re-refinación y valorización energética; dependiendo del tipo de tecnología que se utilice para la regeneración y a las especificaciones técnicas para ser utilizado como combustible en el caso de la alternativa de valorización energética.

El aceite que se comercializa en los mercados internacionales como nacionales es de procedencia de base mineral seguidos por los de procedencia de base semi-sintética. Aunque en países desarrollados, debido a las ventajas que presentan hay una tendencia en remplazar a los aceite lubricantes de base mineral por los sintéticos lo cual dificulta los procesos de recuperación.

La incineración es una medida en última instancia y debe realizarse bajo condiciones estrictas de control de emisiones gaseosas, por lo tanto esta

alternativa queda descartada para ser tomada en cuenta para la disposición final de los aceites lubricantes usados.

4.1.5.1 La regeneración de aceites usados como alternativa de disposición final de los aceites usados en el cantón Rumiñahui

La regeneración o re-refinación de aceite usado plantea un potencial de una nueva industria con beneficios económicos desde el punto de vista de los regeneradores, pero esencialmente es un costo ambiental real para la economía en un conjunto, ya que el destino del aceite usado en la actualidad está en procesos donde: es quemado en condiciones inadecuadas, vertido al alcantarillado que contaminan los cuerpos de agua superficiales y vertidos en los suelos con sus potenciales efectos de contaminación en el ambiente.

Para que la regeneración sea factible en el cantón Rumiñahui debemos analizar tres factores que inciden directamente en la elección; estos son los siguientes:

- a) La cantidad de materia prima disponible para la actividad de regeneración o re-refinación de aceites usados.
- b) El precio del petróleo, y
- c) El tipo de tecnología a ser utilizada.

a) Cantidad de materia prima disponible

La cantidad de aceite lubricante usado a ser recolectada varía de una región a otra, dependiendo de factores como los usos predominantes que se dé a los aceites lubricantes virgen o a la antigüedad del parque de motores que los utilizan.

Debido a la antigüedad del parque automotriz que circula dentro del cantón Rumiñahui, hay una mayor combustión del aceite en su funcionamiento, lo que disminuye el volumen de aceite usado que potencialmente puede ser recolectado para su posterior regeneración.

b) Precio del petróleo

El aceite lubricante virgen de base mineral es un producto del proceso de refinación del petróleo, cuyo precio al igual que el precio de otros derivados fluctúan de acuerdo con las variaciones del precio del petróleo en el mercado internacional, esto nos lleva a considerar si es rentable o no la regeneración del aceite lubricante usado. Por tanto, si se mantiene el precio alto del petróleo podría ser rentable, o al contrario si el precio del petróleo se mantiene bajo, esta alternativa no podría ser la adecuada, entonces debemos considerar que esto dependerá de la evolución futura del precio del petróleo.

c) Tipo de tecnología a ser utilizada

Los procesos de recuperación de aceites usados se dificultan a medida que aumento la complejidad sus formulaciones, que contienen cada vez más aditivos para mejorar su vida útil y sus características para cada uno de los usos, por ejemplo: lubricante sintético multigrado.

En algunas tecnologías anteriormente revisadas en el numeral 4.1.2 para la regeneración de aceites lubricantes usados, se determino que producen residuos peligrosos, a los que se deben dar una disposición final adecuada haciéndose necesario de tecnología de punta para reducir o eliminar los residuos peligrosos, lo que incide en el costo del proceso.

Es importante no olvidar que esto se puede dar con un adecuado marco legal que respalde las condiciones apropiadas para la gestión de los aceites lubricantes usados en el desarrollo de este tipo de alternativa de disposición final.

A continuación se presentan las conclusiones a las que se llega después de realizar el análisis:

- El potencial de regeneración de aceites usados económicamente puede ser mayor en la medida que se desea desarrollar la actividad de regeneración o re-refinación de aceites usados.

- La cantidad de aceite usado disponible es un limitante para la regeneración de los mismos, y
- La regeneración se hace viable en condiciones de una alta tecnificación y una normativa que respalde una gestión adecuada.

La regeneración o re-refinación de aceite usado, debería plantearse como alternativa de un sistema nacional de gestión integral, con un alcance que involucre a las autoridades nacionales o regionales. Tomando en consideración la ubicación geográfica, la red vial y la potencialidad de recolección del aceite lubricante usado que constituiría la materia prima para el desarrollo de este tipo de industria, se podría sugerir la elaboración de proyectos de construcción, instalación y operación de plantas de regeneración en sitios estratégicos que faciliten y abaraten los costos de transporte y recolección del aceite lubricante usado con el fin de optimizar recursos económicos.

Se puede apreciar que el desarrollo de esta industria de regeneración o re-refinación, puede generar utilidades económicas más convenientes que utilizar el aceite lubricante usado como combustible en empresas de cemento o en industrias que requieren combustibles de gran poder calórico, pero existe un gran interés de los gestores y de las mismas empresas que utilizan el aceite lubricante usado como combustible de adquirir el mismo a un muy bajo valor o gratuito, esto constituye un impedimento para que la industria pueda desarrollarse en el país.

En busca de una alternativa que sea la más conveniente para el cantón Rumiñahui hacemos una revisión breve a un panorama internacional, donde la actividad de regeneración de aceite lubricante usado no es nada nuevo.

En Europa en los últimos años ha habido una disminución de la regeneración de aceites usados en los países que fueron precursores como Francia, Alemania, Italia y otros como el Reino Unido, esto se debe a que hay una incertidumbre en el desarrollo de la regeneración del aceite lubricante usado en un futuro próximo causada por la variación del precio del petróleo entre otros, aunque han surgido

algunos nuevos proyectos. La regeneración es subsidiada solo en España y últimamente en Alemania.

Los altos precios al que se comercializa el aceite lubricante usado en Europa hace que la implementación y operación de una planta de regeneración de aceites lubricantes usados no sea económicamente rentable desde el comienzo de sus operaciones, esto es incluyendo y no incluyendo los costos de recolección y transporte. Solo después de algunos años de funcionamiento de la planta, el negocio de la regeneración es rentable, también depende mucho del tipo de tecnología que se utilice, la capacidad de la planta y las condiciones del mercado.

En la actualidad en Europa han disminuido los lubricantes automotores debido a un contexto de sobre-capital de la producción de lubricantes y el reemplazo de los aceites minerales por los aceites de base sintética que presentan mejores condiciones y más altos rendimientos, haciendo que sea desfavorable un aumento de la regeneración de aceite lubricante usado, bajo las condiciones de un mercado libre.

En algunos países donde se vende el aceite base regenerado a buen precio y se compra el aceite lubricante usado a bajo precio, se puede obtener buenas ganancias, pero en todas las circunstancias las ganancias de una planta de regeneración de aceites lubricantes usados estará ligada muy sensiblemente a la fluctuación del precio del petróleo.

En condiciones de un mercado libre, hace que se dificulte la actividad de regeneración de aceites lubricantes usados, debido a que tienen que competir con industrias que no tratan el aceite usado y lo utilizan para un aprovechamiento energético. Una vez más se hace visible que para que esta actividad se desarrolle el gobierno debería mantener una política clara del manejo de aceites lubricantes usados, dando preferencia a la regeneración de los mismos.

Sin una política que favorezca al mercado de regeneración de aceites lubricantes usados, las industrias de regeneración no podrían competir, Brasil en América

Latina es un ejemplo claro donde ha incorporado en su legislación y ha priorizado la recolección de aceites usados para la regeneración, sin embargo siempre existe un mercado ilegal donde se lo comercializa.

4.1.5.2 Valoración energética como alternativa de disposición final para el cantón Rumiñahui

La segunda alternativa a ser considerada es utilizar el aceite lubricante usado como combustible en ciertas industrias que cumplan con especificaciones técnicas en sus hornos industriales, calderas e incineradores.

En el país, esta práctica que se ha venido desarrollando en distintas industrias de manera adecuada o inadecuada, pero sobre todo en industrias de cemento que debido a su proceso y a las altas temperaturas, presentan características apropiadas para quemar el aceite lubricante usado sin causar perjuicios al medio ambiente.

En el país existen cuatro empresas que se dedica a la elaboración de cemento y emplean el aceite lubricante usado, en sus procesos, como combustible alterno, estas empresas son: Holcim, Selva Alegre, Chimborazo y Guapan.

La temperatura a la que es sometido al aceite lubricante usado es un parámetro muy importante ya que de ésta depende la efectividad de la combustión y la calidad de las emisiones gaseosas.

Las temperaturas a las que se quema el aceite lubricante usado como combustible varían de una industria a otra:

- Las empresas que queman el aceite en hornos de alta temperatura para calcinación de la piedra caliza, con temperaturas en el interior de las cámaras del orden de 1000 °C.
- Las empresas de cemento que utiliza hornos clinker, con temperaturas de 2000 °C, para la elaboración de cemento, y

- Las empresas que utilizan el aceite lubricante usado para combustión en hornos de alta temperatura, para fundición de vidrio para elaboración de envases, con temperaturas del orden de los 1200 °C.

En el caso de la elaboración de cemento, que tiene un horno de clinker con características técnicas especiales hace que este sea un sistema más efectivo y seguro para la incineración de residuos peligrosos. El uso de aceite lubricante usado en este tipo de horno es utilizado como combustible alternativo, utilizando la energía del aceite lubricante usado; y las cenizas de la combustión se incorporan al producto final brindando un beneficio ambiental.

Las principales características que presenta un horno de clinker son las siguientes:

Altas temperaturas: en la zona de clinkerización, se alcanzan temperaturas en la llama del quemador de 1800 °C hasta 2000 °C y de 1400 °C hasta 1500 °C en el material a clinkerizar alcanzando un estado sólido-líquido (similar a una lava volcánica) al final del horno.

Altos tiempos de residencia: como consecuencia del tamaño del horno que tiene una relación L/D de 21 a 1, con 107 m de longitud y 5 m de diámetro; los caudales de aire operados, hacen que los tiempos de residencia de los gases se encuentren en el orden de 4 a 6 segundos en el horno, sin considerar el tiempo de residencia en los equipos de intercambio térmico. Esto permite que todas las sustancias orgánicas en fase gaseosa se oxiden completamente a CO₂ y H₂O, incluso los compuestos orgánicos muy estables constituidos por uno o más anillos aromáticos.

Intimo contacto de los gases con la materia prima: Los gases generados en el horno toman un íntimo contacto con 140 Tn /has de materia prima que presenta un tamaño de partícula de 75 µm y características alcalinas. Esto actúa como un equipo lavador de gases en seco, así los gases ácidos que se pudieran generar durante la combustión se neutralizan con el material alcalino que ingresa al horno.

Cabe destacar que los gases ingresan a esta zona de ciclones a 900 °C y a 340 °C, y los sólidos en contracorriente ingresan a los ciclones a 330 °C y salen a 900 °C, lográndose una retención excelente de los gases ácidos.

Acondicionamiento de los gases: que abandonan el sistema de ciclones de intercambio térmico antes de ser descargados a la atmósfera, estos son enfriados desde 340 °C a 150 °C por la inyección de agua a alta presión y posterior pasados por un filtro electrostático de muy alta eficiencia, ya que posee una retención superior al 99,9%.

Eliminación de elementos trazas: introduciendo por medio de los residuos o materiales alternativos al proceso de producción de clinker, estos son retenidos en la estructura cristalina de los silico-aluminatos que conforman el clinker.

Contrariamente a otros sistemas de incineración que generan productos secundarios concentrados y a menudo tóxicos, el horno de clinker ofrece la posibilidad singular de incorporar elementos traza en forma diluida e inmóvil a las estructuras cristalinas del clinker, donde reemplazan cationes propios del mismo por los metales pesados. Estos elementos traza incorporados a la estructura cristalina del clinker no son extraíbles por lixiviado, siendo una forma muy eficaz de disponer de los mismos.

Hay que destacar que la incorporación de este elemento al clinker no afecta la calidad del mismo, puesto que son 100% compatibles con la estructura química del clinker. Adicionalmente, existe beneficios ambientales, la quema de combustibles convencionales (bunker) comparado con la quema del aceite lubricante usado, generan la misma cantidad de emisiones a más de la conservación del recurso no renovable como son los combustibles fósiles, sin generar cenizas ni subproductos.

La tabla 4.1 muestra las ventajas del aceite lubricante usado como combustible alterno.

Tabla 4. 1 Condiciones del combustible (bunker) empleado en las fabricas de cemento comparado con el combustible alterno (aceite usado)

Combustible	Poder calórico bruto MJ/Kg	Viscosidad CST (centistokes)	Acondicionamiento para combustible
Bunker	42,3997	443,01	Pre calentamiento y mezcla con diesel para ajustar la viscosidad
Aceite usado	44,2921	131,60	Ninguno

El precio al que se comercializa el aceite lubricante usado es dado por el mercado; en el año 2008, el precio de aceite lubricante usado en el país oscilaba entre 0,33 \$/gal y 0,45 \$/gal siendo aun rentable comparado con el precio del bunker y del diesel.

La tabla 4.2 muestra el precio de comercialización del bunker y del diesel en el Ecuador.

Tabla 4. 2 Precio de venta de combustible en terminal

Combustible	Precio por galón (USD)
Bunker	0,69440
Diesel	0,90070

El aceite lubricante usado puede llegar a sustituir en un 70% al combustible convencional, como es el caso de la empresa Alfadomus (Guayaquil) que se dedica a la elaboración de productos de arcilla; el aceite lubricante usado es mezclado con diesel en relación 7/3 respectivamente; no se ha podido incrementar más el porcentaje de aceite lubricante usado debido a requerimientos en los procesos de cocción de arcilla.

Otro caso es de la empresa de cemento Holcim (Guayaquil) que tiene un consumo de aceite lubricante usado de 98,2 gal/h, esta empresa también realiza una mezcla del aceite lubricante usado con bunker en una relación 7/3, formando un combustible alterno con mejores características que el combustible convencional.

El aceite lubricante usado como combustible alternativo, tiene ventajas sobre el bunker, no requiere pre-calentamiento para la combustión. El requisito es estar libre de agua y sólidos. Podemos señalar algunas propiedades comparativas entre aceite lubricante usado y el bunker:

- El aceite lubricante usado tiene menor contenido de asfáltenos que el bunker
- Menor contenido de azufre
- Mayor densidad API
- Similar poder calórico bruto
- Similar poder calórico neto
- Viscosidad mucho menor que le permite mayor fluidez para el transporte y operación.

El aceite lubricante usado puede ser mezclado con otros combustibles como es el caso del bunker y diesel, para elaborar un combustible alternativo el mismo que puede ser utilizado en cualquier equipo térmico, como son los hornos industriales, incineradores y calderas, siempre y cuando el aceite lubricante usado cumpla con los niveles permisibles de contaminantes, puesto que en nuestra legislación no se establece dichos niveles permisibles, en la tabla 4.3 se muestran algunos parámetros internacionales:

Tabla 4. 3 Niveles permisibles de contaminantes y propiedades en el aceite lubricante usado

Elemento Contaminante/Propiedad	Nivel Aceptable
Arsénico, As	5 ppm máx.
Cadmio, Cd	2 ppm máx.
Cromo, Cr	10 ppm máx.
Plomo, Pb	100 ppm máx.
Halógenos	1.000 ppm máx.
Azufre, S	1,7% en peso
Bifenilos Policlorados (PCB's)	< 2 ppm
Higher Heating Value	≥ 120.000 BTU/gal
Flash Point	100 °F min

Fuente: U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 1997

Los aceites lubricantes usados que contengan más de 1000 ppm de halógenos totales deberán ser considerados como desechos peligrosos y manejarse como tales. Según los parámetros internacionales el contenido de PCB's debe ser menor de 2 ppm para considerarlo como combustible en cualquier equipo térmico y entre 2 y 49 ppm para ser utilizado en ciertos hornos de alta intensidad a nivel industrial, como es el caso de las industrias de cemento.

Para una empresa de cemento los costos o egresos provenientes de usar aceite lubricante usado como combustible alternativo, no constituyen ningún incremento adicional, ya que tienen los requerimientos técnicos que son: altas temperaturas, largo tiempo de residencia, atmósfera oxidante, alta inercia térmica, ambiente alcalino y retención de cenizas en el clinker, en sus plantas y por no realizar la recolección del aceite lubricante usado; únicamente realizan la disposición final. Las empresas de cemento asumen un compromiso beneficioso para la sociedad, el medio ambiente y tienen un combustible de mejores características. Adicionalmente, existe un movimiento económico en combustible que adjudicarían las empresas de cemento en beneficio de los gestores y de los gobiernos seccionales.

En el caso de la empresa de cemento Holcim, previo a aceptar cualquier tipo de residuo peligroso hace una caracterización para verificar si estos pueden ser utilizados en su proceso como combustible alternativo, garantizando la protección del ambiente y la sociedad.

La mejor alternativa para la disposición final de los aceites lubricantes usados para el cantón Rumiñahui, es aprovechar la infraestructura ya existente en las industrias de cemento en el país y su necesidad continua de combustible, considerando una adecuación previa de los aceites lubricantes usados en mezcla con otros combustibles para el consumo industrial.

Dado que las empresas de cemento, por un lado han prestado un constante interés en utilizar el aceite lubricante usado como combustible y por otro lado cumplen con los requerimientos técnicos de combustión; esta es una práctica que

se está desarrollando en el país, haciéndose necesario priorizar políticas a nivel de gobierno que favorezca la utilización de aceites lubricantes usados para la valorización energética.

CAPÍTULO 5

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El mal manejo técnico y ambiental de los aceites lubricantes usados se ha dado por las siguientes razones: 1.- Desconocimiento a los procedimientos técnicos para el manejo, 2.- Desconocimiento de normativa sobre el manejo y disposición final de los aceites lubricantes usados y ausencia de normativa para la reutilización como combustible en procesos industriales, 3.- Carencia de estándares de consumo en hornos como cementeras y calderas industriales y 4.- El mercado informal existente de este producto.
- Se percibe actitud favorable en la comunidad relacionada con esta actividad para acoger disposiciones sobre el manejo de los residuos aceitosos y su disposición final.
- Se determinó que en el cantón Rumiñahui existen 84 establecimientos generadores de aceites lubricantes usados, que generan aproximadamente 5334,05 gal/mes de aceites lubricantes usados.
- El mayor volumen de generación de aceites usados se encuentra en la ruta 1, debido a que en esta zona se encuentran ubicadas las industrias generadoras, tales como Chaide y Chaide y Franz Viegner (F.V.).
- Debido a que el cantón no tienen una planificación territorial adecuada muchos de los establecimientos que generan aceite lubricante usado se encuentra en sitios de poca accesibilidad, esto se identifica en la ruta 2, lo cual dificulta el sistema de recolección para él o los gestores.

- La frecuencia de recolección será variable de acuerdo al aumento o disminución del volumen de cada establecimiento generador de aceite lubricante usado.
- Todas las opciones de recuperación de aceites lubricantes usados sea la informal o por gestores autorizados son favorables en términos ambientales comparando a la ausencia de gestión.
- La regeneración o re-refinación de aceites lubricantes usados como alternativa de disposición final para que se pueda desarrollar en el país, necesita de incentivos y de ayudas económicas, debido a que existe un mercado libre para comercializarlo e interés de las industrias que tienen una necesidad continua de combustibles.
- No existen políticas ambientales y gubernamentales en el país para considerar la valorización energética o la regeneración de los aceites lubricantes usados como alternativa de disposición final en su manejo integral.
- Existe reglamentación nacional bastante amplia sobre residuos peligrosos, que en la actualidad no se cumple.
- Los aceites lubricantes usados pueden ser utilizados como combustible alternativo siempre y cuando los equipos térmicos (calderas, hornos, incineradores, etc.) cumplan con los límites de emisión de contaminantes dependiendo del tipo de proceso y tecnología utilizada.
- Existe un mercado informal, que compra el aceite lubricante usado entre 0,33\$/gal y 0,45\$/gal, destinándolo a:
 - Industria de la construcción, desmoldante de bloques, desencofrante de hormigón.

- Combustible alternativo, en condiciones no recomendables técnica ambientalmente adecuada.
 - Industria agraria, pesticida, herbicida.
 - Preservante de madera.
 - Pulverización en automotores.
- En el campo de la regeneración se han desarrollado muchas tecnologías de regeneración de aceites lubricantes usados, estas alternativas son muy costosas y necesitan una cantidad grande de aceite lubricante usado por lo que se aplicaría en países grandes y muy industrializados.

5.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda obtener información sobre el volumen de aceite lubricante virgen comercializado en el área de estudio, lo que servirá de guía para comparar la cantidad que ingresa al mercado local con la que paralelamente se gestiona como aceite residual y determinar un volumen real de aceite lubricante usado.
- Para una mejor recolección de los aceites lubricantes usados se recomienda que los gestores tengan un lugar de almacenamiento temporal, ubicado en zonas de bajo riego para la salud y el ambiente tales como: zonas de baja densidad poblacional, lejos de fuentes de agua potable entre otros.
- Debido a que los establecimientos no cuentan con el espacio suficiente y por las angostas vías se recomienda que el tanquero no sobrepase un volumen de carga de 1200 gal.
- Debido a que el poder calórico del aceite lubricante usado es similar al del bunker, se sugiere la utilización como combustible alternativo en hornos de cemento, donde las condiciones de operación son técnicamente adecuadas para evitar daños a la salud y al ambiente.

- Debido al manejo inadecuado de los aceites usados por los establecimientos, el Ilustre Municipio de Rumiñahui debería incentivar a los generadores con donaciones de recipientes de almacenamiento adecuado con sus respectivas etiquetas de seguridad para un mejor manejo.
- La Dirección de Control Ambiental del Ilustre Municipio de Rumiñahui debería pedir asesoramiento al Ministerio del Ambiente para preparar ordenanzas al respecto.
- Promocionar el reciclaje del aceite lubricante usado como la opción para ser usado en la valoración energética.
- Licitación a concurso para la concesión de recolección y transporte de los aceites lubricantes usados.
- Calificación de los establecimientos generadores ante el Departamento de Control Ambiental para obtención del permiso de operación.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS

1. Brunner, C., 1989, Handbook of Hazardous Waste Incineration, Tab Books; United States.
2. Corporación Oikos, 1998, Estudio de Factibilidad para el Re-refinamiento de Aceites Usados en Cuenca. Informe Final. Cuenca, Ecuador.
3. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción Escuela Superior Politécnica del Litoral, “Factibilidad del Manejo Ambientalmente Correcto (MAC) de los Residuos Aceitosos en Guayaquil”, Guayaquil, Julio /2006.
4. Fernández Manel Ribasés, “La Prevención y la Gestión de los Residuos – Una experiencia adquirida en la Regeneración de los Aceites Industriales”, “1º Conferencia Nacional sobre la Prevención de Residuos”, Madrid, 5 y 6 de abril de 2006.
5. Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico (Swisscontact). Estudio de Viabilidad: Eliminación Adecuada del Aceite Automotor Usado, Generado en la Ciudad de Quito. Quito, Ecuador. 2000.
6. Gobierno de Colombia, 2006, Manual para el Manejo Integral de Aceites Lubricantes Usados.
7. Ley de Gestión Ambiental / Ley No. 37. RO/ 245 de 30 de julio de 1999.
8. Martínez Javier y Mallo Marisol, 2007, Guía para la Gestión Integral de Residuos Peligrosos, Fichas temáticas, Quito, Ecuador, Tomo I, II.

9. Ministerio de Medio Ambiente del Ecuador, 2002, *Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULMAS)*. Quito, Ecuador.
10. Ministerio de Minas y Energía de Colombia, 2001, Transformación de los aceites usados para su utilización como energéticos en procesos de combustión.
11. Presentación de API en “California 2005 Used Oil/HHW Conference”
“California 2005 Used Oil/HHW Conference”, “Building Hope for Healthy Communities, One Action at a Time”, realizada en San Diego, California, el 28 de Abril de 2005.
12. Ramírez Pablo y Hernández Ariel, 2007, La industria de la re-refinación de aceite mineral usado en Argentina, Buenos Aires, Argentina.
13. Reglamento Ambiental para las Operaciones Hidrocarburíferas, Decreto 1215 (RAOH).

DIRECCIONES ELECTRÓNICAS

14. ATSDR - Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Resumen de Salud Pública Aceite usado de cárter.
<http://www.atsdr.cdc.gov/>
15. Acuerdo europeo sobre el transporte internacional de mercancías peligrosas por carretera, ADR 2007.
http://www.fomenyo.es/MFOM/LANG_CASTELLANO/DIRECCIONES_GENERALES/TRANSPORTE_POR_CARRETERA/MMPP/_DOCUMENTOS/ADR207-zip.htm

16. Cámara Argentina de Lubricantes Estadísticas Anuales. La industria de la re-refinación de aceite mineral usado en Argentina.
http://www.cal.org.ar/system/contenido.php?id_cat=1 01/09/2007
17. CEE - Comunidad Europea EPA - Environmental Protection Agency ATSDR – Agency for Toxic Substances and Disease Registry – Residuos Peligrosos.
http://www.mma.es/secciones/agenda/pdf/aeramu_abril_2006.pdf
20/08/2007
18. Ficha técnica, Aceites usados.
<http://www.cempre.org.uy>
19. GEIR (Groupement Européen de l'Industrie de la Reperation European Re refining Industry section). Re-refinación de aceites lubricantes usados en Europa.
http://www.geir-regeneration.org/en/key_figures, 2/8/2007.
20. Gestión de residuos, Incineración.
<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/imprimir.asp?IdEntrega=1797>
21. Recuperación o reciclado de aceites usados de motor.
<http://www.scribd.com/doc/261972/Recuperacion-o-reciclado-de-aceites-usados-de-motor>
22. Tratamiento de aceites usados.
<http://www.estrucplan.com.ar/Producciones/entrega.asp?IdEntrega=1856>
23. U.S. Environmental Protection Agency (EPA). 1997. Standard for the Management of Used Oil. 40-CFR-279. Edition 7-1-97; Web site: www.epa.gov.