



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

## **UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES**

**TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN MEDIO AMBIENTE**

### **TEMA:**

**“DISEÑO DE UN CENTRO DE TRAMIENTO PARA LOS  
VERTIDOS DE LA LUBRILAVADORA REINA DE LAS LAJAS  
UBICADA EN EL BARRIO CENTRO DEL CANTON  
SAQUISILÍ”**

### **AUTORA:**

**TOAPANTADELVALLE SABINA DEL ROCIO**

### **DIRECTOR DE TESIS:**

**ING. MSC. OSCAR DAZA GUERRA**

**LATACUNGA – ECUADOR**

**2015**

## **AUTORÍA**

Yo, Sabina Del Rocío Toapanta Del Valle, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación personal; y que se ha consultado en dichas bibliografías que se incluye en este documento. A través de la presente declaración concedo el derecho de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo, a la Universidad Técnica de Cotopaxi, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la Normativa Institucional Vigente.

---

Sabina Del Rocío Toapanta Del Valle  
C.I. 0915221758

## **AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema: “DISEÑO DE UN CENTRO DE TRAMIENTO PARA LOS VERTIDOS DE LA LUBRILAVADORA REINA DE LAS LAJAS UBICADA EN EL BARRIO CENTRO DEL CANTON SAQUISILI.” de autoría de la Sra. Sabina Del Rocío Toapanta Del Valle, postulante de la Carrera de Medio Ambiente, ratifico que el presente trabajo de investigación cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Tesis que el Honorable Concejo Académico de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

-----  
M. Sc. Oscar Daza  
DIRECTOR DE TESIS



## **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

### **UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**

### **RECURSOS NATURALES**

### **CARRERA DE INGENIERÍA DE MEDIO AMBIENTE**

### **LATACUNGA – COTOPAXI – ECUADOR**

## **CERTIFICACIÓN**

En calidad de miembros del tribunal por el acto de Defensa de Tesis de la Señorita Postulante; Sabina Del Rocío Toapanta Del Valle con el tema: “DISEÑO DE UN CENTRO DE TRAMIENTO PARA LOS VERTIDOS DE LA LUBRILAVADORA REINA DE LAS LAJAS UBICADA EN EL BARRIO CENTRO DEL CANTON SAQUISILP”, se emitieron algunas sugerencias, mismas que han sido ejecutadas a entera satisfacción, por lo que autorizamos a continuar con el trámite correspondiente.

---

Ing. Mg. Fabián Cerda Andino

Presidente del tribunal

CI. 0501369805

---

Ing. Mg. Eliana Zambrano Ochoa

Opositora del tribunal

CI. 0501773931

---

Ing. Ruth Narcisca Pérez Salinas

Miembro del tribunal

CI. 1802726628

## **AGRADECIMIENTO**

Eternamente a Dios por darme la fuerza y la sabiduría para recorrer este camino, a mis padres por sus sabios consejos, a mis hermanos por el apoyo incondicional que me dieron siempre.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, que me ha permitido formarme en sus aulas como profesional.

Mi agradecimiento y gran aprecio al Ing. M. Sc. Oscar Daza, Director de Tesis por su invaluable ayuda.

Al gerente propietario de la Lubrilavadora Reina De Las Lajas, por las facilidades prestadas, en cuanto a información, lo que me ha permitido llegar a un feliz término con el desarrollo de este trabajo.

A mis compañeros de estudios que siempre serán mis amigos.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a todas las personas que me apoyaron para la realización del mismo, en especial a mis padres Polivio Toapanta y Electra Del Valle, que con su ejemplo me enseñaron a superar los obstáculos a lo largo de este camino.

A mis hermanos José Luis, Fátima, Juan Carlos, Mauricio y María José que siempre me brindan su apoyo incondicional.

Con mucho amor a mis hijos Romina Bethzabé, Edison Josué y Cristhian Fernando, a mi esposo Edison Fernando, que con su apoyo he llegado a cumplir con este trabajo.

## INDICE GENERAL

### Contenido

AUTORÍA.....	ii
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	iii
CERTIFICACIÓN.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
INDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY.....	xv
AVAL DE TRADUCCIÓN.....	xvi
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I.....	6
MARCO TEÓRICO.....	6
1.1. Definición de Aceites Lubricantes.....	6
1.1.1. Funciones de un lubricante.....	6
1.1.2. Clasificación de los aceites lubricantes.....	6
1.1.3. Propiedades de los aceites lubricantes.....	7
1.1.4. Bases minerales y sintéticas de los lubricantes.....	8
1.2. DEFINICIÓN DE GRASAS LUBRICANTES.....	9
1.2.1. Obtención de grasa lubricante.....	10
1.2.2. Los tres componentes de la grasa.....	12
1.3. LOS ADITIVOS.....	13
1.3.1. Tipos de aditivos para aceites lubricantes.....	13
1.3.2. Tipos de aditivos para grasas lubricantes.....	14
1.4. CONTAMINACIÓN GENERADA POR LUBRICANTES.....	15
1.4.1. Composición química de los aceites usados.....	15
1.4.2. Elementos de los aceites.....	16

1.4.4. Tipos de impactos .....	17
1.4.4.1. Impacto para la salud .....	17
1.4.4.2. Impacto para el medio ambiente .....	18
1.4.5. Características de los aceites usados de las lubricadoras .....	18
1.4.6. Efectos por contaminación con aceites usados .....	19
1.5. AGUAS RESIDUALES .....	20
1.5.1. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LAS LUBRILAVADORAS .....	21
1.5.2. Objetivos .....	21
1.5.3. Clasificación de los métodos de tratamiento de las aguas residuales para el manejo de desechos en las lubrilavadoras.....	23
1.5.3.1. Operaciones físicas unitarias en las lubrilavadoras.....	24
1.5.3.2. Procesos químicos unitarios en las lubrilavadoras.....	24
1.5.3.3. Procesos biológicos unitarios en las lubrilavadoras.....	24
1.5.3.4. Aplicación de los métodos de tratamiento en las lubrilavadoras .....	25
1.5.3.5. Métodos para el manejo de desechos en aguas residuales en las lubrilavadoras.....	25
1.6. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE VERTIDOS EN LAS LUBRILAVADORAS .....	29
1.6.1. Determinación de los contaminantes en las lubrilavadoras .....	29
1.6.1.1. Desagües cloacales en las lubrilavadoras.....	31
1.6.1.2. Desagües pluviales en las lubrilavadoras.....	31
1.6.1.3. Desagües industriales en las lubrilavadoras.....	31
1.6.1.4. Desagües a temperatura elevada en las lubrilavadoras .....	32
1.6.1.5. Desagües provenientes de la explotación y transporte del petróleo y sus derivados en las lubrilavadoras .....	32
1.6.1.6. Desagües originados en las actividades vinculadas al uso de elementos radiactivos en las lubrilavadoras .....	32
1.6.1.7. Desagües provenientes de explotaciones agrícolas en las lubrilavadoras	33
1.6.1.8. Descargas sólidas en las lubrilavadoras .....	33
1.6.2. Características de los efluentes en las lubrilavadoras .....	33
1.6.3. Tratamiento de los efluentes en las lubrilavadoras .....	34

1.6.3.1. Tratamiento primario o físico – químico en las lubrilavadoras .....	34
1.6.3.2. Tratamientos terciarios en las lubrilavadoras.....	35
1.6.3.3. Fangos industriales en las lubrilavadoras.....	35
CAPÍTULO II .....	36
DISEÑO METODOLÓGICO .....	36
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	36
2.1.1. Investigación bibliográfica documental .....	36
2.1.2. Investigación de campo.....	36
2.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	37
2.2.1. Investigación descriptiva.....	37
2.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS .....	37
2.3.1. Métodos.....	37
2.3.1.1. Método Inductivo .....	37
2.3.1.2. Método Analítico .....	37
2.3.1.3. Método de muestreo .....	38
2.3.2. Técnicas.....	38
2.3.2.1. Observación Directa.....	38
2.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	38
2.4.1. Método aplicado en la toma de muestra.....	38
2.4.1.2. Recolección de datos.....	39
2.4.1.3. Recursos de investigación .....	39
2.4.1.4. Presupuesto del proyecto .....	40
Elaborado por: La Autora.....	41
2.5. DIAGNOSTICO SITUACIONAL DEL PROBLEMA .....	41
2.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA EMPRESA.....	44
2.7. PRUEBAS Y ANÁLISIS DE LAS AGUAS DEL PROCESO .....	48
2.7.1. Toma de muestra.....	48
2.7.2. Resultado de análisis químico e interpretación.....	49
CAPÍTULO III.....	53
PROPUESTA DE UN DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES .....	53
3.1. PROBLEMÁTICA.....	53

3.2. JUSTIFICACIÓN .....	53
3.3. OBJETIVOS .....	54
3.3.1 Objetivo General .....	54
3.3.2 Objetivos específicos .....	54
3.4 METODOLOGÍA .....	54
3.4.1. Métodos y técnicas .....	54
3.4.1.1. Método explicativo.....	54
3.4.1.2. Método descriptivo.....	55
3.5. ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES .....	55
3.5.1. Características de los efluentes .....	55
3.6. DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS OPERATIVAS Y ADMINISTRATIVAS ...	57
3.7. CENTRO DE TRATAMIENTO DE VERTIDOS DE LA LUBRILAVADORA .....	59
3.8. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA EL TRATAMIENTO DE VERTIDOS EN LA LUBRILAVADORA .....	59
3.8.1. Proceso en el centro de tratamiento para vertidos en la lubrilavadora.....	59
3.8.2. Medidas complementarias para Tratamiento primario de los efluentes.....	61
3.9. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA A ESCALA DEL PROYECTO .	65
3.10. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO .....	67
3.8. MANEJO DE ACEITES USADOS.....	67
3.8.1. Recomendaciones.....	67
CONCLUSIONES .....	75
RECOMENDACIONES .....	76
BIBLIOGRAFÍA .....	77
ANEXOS .....	79
ANEXO 1: RESULTADOS DE LABORATORIO.....	79
ANEXO 2: RESULTADOS DE LABORATORIO.....	80
ANEXO 3: PLANTA .....	81
ANEXO 4: PLANTA.....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Composición de la grasa lubricante.....	10
Tabla N° 2: Clasificación de la consistencia de grasas lubricantes (DIN 51816).	11
Tabla N° 3: Composición química de los aceites usados.....	16
Tabla N° 4: Efectos medioambientales asociados a una gestión incorrecta .....	19
Tabla N° 5: Requisitos mínimos a para el tratamiento secundario .....	23
Tabla N° 6: Presupuesto Necesario Del Proyecto.....	40
Tabla N° 7: Resultados de laboratorio .....	49
Tabla N° 8: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público.....	50
Tabla N° 9: Comparación de límites permisibles y resultados de laboratorio.....	52
Tabla N° 10: Contaminantes que no cumplen con límites permisibles de descarga al sistema de alcantarillado .....	55
Tabla N° 11: Parámetros después del tratamiento en la planta a escala implementada .....	67

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico N° 1: Localización del área de estudios .....	41
Gráfico N° 2: Distribución de áreas operativas y administrativas .....	57
Gráfico N° 3: Esquema del abastecimiento de agua y aire al sistema .....	58
Gráfico N° 4: Tanques del tratamiento primario .....	60
Gráfico N° 5: Tanques del tratamiento primario .....	60
Gráfico N° 6: Rampa del proceso .....	61
Gráfico N° 7: Tanque de filtrado TQ-1 .....	61
Gráfico N° 8: Tanque de decantación TQ-2 .....	62
Gráfico N° 9: Tanque de aceite contaminado TQ-3 .....	63
Gráfico N° 10: Tanque de sedimentación TQ-4 .....	64
Gráfico N° 11: Tanque de Oxigenacion TQ-5 .....	64
Gráfico N° 12: Tanque de agua reciclada TQ-6 .....	64
Gráfico N° 13: Esquema - sistema de tratamiento de agua contaminada .....	65
Gráfico N° 14: Planta a escala 1; 1000 del proyecto .....	66
Gráfico N° 15: recipientes para desechos solidos contaminados.....	68
Gráfico N° 16: Recipientes para aceite usado.....	70
Gráfico N° 17: Materiales para limpieza .....	70
Gráfico N° 18: Extintores contra incendio.....	71
Gráfico N° 19: Recolección de aceite usado.....	71
Gráfico N° 20: Componentes internos del filtro .....	73
Gráfico N° 21: Recipientes plásticos de aceite lubricante .....	74
Gráfico N° 22: Filtros reciclados .....	74

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía N° 1: Vista panorámica del Cantón Saquisilí.....	42
Fotografía N° 2: Área de estudio 1 .....	42
Fotografía N° 3: Área de estudio 2 .....	42
Fotografía N° 4: Área de estudio 2 .....	43
Fotografía N° 5: Área de estudio 3 .....	43
Fotografía N° 6: Aguas contaminadas recolectadas en el sistema de alcantarillado del Cantón Saquisilí. ....	43
Fotografía N° 7: Fachada del establecimiento .....	45
Fotografía N° 8: Rampas para el ingreso de vehículos.....	45
Fotografía N° 9: Rampas para el ingreso de vehículos.....	46
Fotografía N° 10: Lavado con detergente y agua a presión.....	47
Fotografía N° 11: Pulverizado del vehículo.....	47
Fotografía N° 12: Rampas para el ingreso de vehículos.....	48

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado: DISEÑO DE UN CENTRO DE TRATAMIENTO PARA LOS VERTIDOS DE LA LUBRILAVADORA REINA DE LAS LAJAS UBICADA EN EL BARRIO CENTRO DEL CANTON SAQUISILI, hace referencia a la determinación de los niveles de contaminación y la calidad del agua que se utiliza antes, durante y después del proceso.

El estudio determinó mediante análisis de laboratorio la contaminación del agua utilizada en el proceso de lavado de vehículos, el tratamiento y métodos utilizados con el fin de reutilizar o descargar el agua al sistema de alcantarillado cumpliendo con las normas y parámetros de descarga que exige las leyes medioambientales ecuatorianas.

Se implementó una planta de tratamiento a escala con el objetivo de comprobar los datos de estudiar los diferentes parámetros de los contaminantes de esta agua para el estudio y comprobación de los diferentes parámetros referentes a los contaminantes en las distintas fases del proceso de tratamiento de estas aguas.

Se realizó además un procedimiento para el manejo de los aceites, filtros y envases utilizados y se analizó también el marco legal en lo relacionado con la contaminación del agua y suelo.

## **SUMMARY**

The present work of investigation being named: DESIGN OF A CENTER FOR THE TREATMENT OF WASTE FOR THE CAR WASH NAMED “REINA DE LA LAJAS” LOCATED IN THE CENTER OF NEIGHBORHOOD OF SAQUISILI, making specific reference to the determination of the levels of contamination and quality of water being utilized before, during and after the process.

The study conducted determined by environmental laboratory analysis the contamination of the water utilized in the process of washing vehicles, the waste water treatment utilized with the final purpose of reusing or disposing of used waters which are compliant with the norms and within parameters of current environmental laws of Ecuador.

A treatment plant was implemented with the objective of proving the data of this study with different parameters of the contaminants of the water being produced. In addition the different phases of the treatment process were outlined for the treatment of the contaminated water.

In addition to the treatment of waste water a process was created for the handling of oils, filters, and plastic oil containers. Finally, an analysis was performed on the relation of contamination of the ground and water with these items

## **AVAL DE TRADUCCIÓN**

Por el presente tengo a bien certificar, que la traducción al idioma inglés del resumen de la tesis de tema: DISEÑO DE UN CENTRO DE TRAMIENTO PARA LOS VERTIDOS DE LA LUBRILAVADORA REINA DE LAS LAJAS UBICADA EN EL BARRIO CENTRO DEL CANTON SAQUISILI; de la postulante: Sabina Del Rocío Toapanta Del Valle, lo realizó bajo mi supervisión y se encuentra correctamente traducido de acuerdo a la estructura del idioma inglés.

Es todo cuanto puedo decir con honor a la verdad. El interesado puede hacer uso de este certificado como mejor convenga a su interés.

Atentamente;

-----

Lic. Daniela Tapia Freire

**DOCENTE DE LA UNIVERSIDAD TECNICA DE COTOPAXI**

Latacunga, 30 de mayo del 2015

## INTRODUCCIÓN

Preservar el ambiente es indispensable para la vida, pero las actividades la han dañado, las causales de su destrucción es la contaminación de los suelos, de los ríos, la sobreexplotación y al destrucción del hábitat, afecta a la salud de las personas, de la comunidad en general, influyen en la calidad de vida o en el funcionamiento de natural de los ecosistemas.

En el país para entender el nivel de contaminación de las lubrilavadoras, se estima que se consumen anualmente 11.77 millones de galones de aceite automotriz (83% de este es utilizado en las cuatro ciudades más grandes) y la mayor parte de esa cantidad de aceite después de su uso es desechado a fuentes de aguas y suelo, afectando a los ríos, en Saquisilí existe un gran porcentaje de contaminación por aceites usados de las lubrilavadoras.

Según Gallego(2007), los comerciantes recogen los aceites desde las lubricadoras, estaciones de servicios de gasolineras, mecánicas automotrices, etc., estos aceites son utilizados en la ganadería para engrasar las patas de los animales protegiéndolos contra enfermedades, en la agricultura como plaguicidas, en el tratamiento de maderas, en la elaboración de bloques de cemento como anti adhesivo en los moldes de madera, en la producción de tintas de menor calidad para imprentas como materia prima, en las lubricadoras para la pulverización de los carros y en las carreteras sin capa de asfalto se lo esparce para evitar el levantamiento del polvo, los usos son igual de contaminantes para el agua y el suelo, las carreteras no pavimentadas regularmente están cubiertas con aceite, una práctica causante de la contaminación del suelo y de las vertientes a través de la lluvia. El último destino de los contaminantes es el agua, que es un problema ambiental cuyo impacto crece cada año, sin adecuada soluciones desde las empresas privadas o públicas.

El proceso de lubrilavadora requiere de algunas etapas para su desarrollo, entre ellas tenemos: ingreso de vehículos a las rampas, lavado de vehículos, secado, cambio de aceite, cambio de filtro de combustible y de aire, limpieza y secado, lo que ha provocado altos niveles de contaminación generando desechos como: aceite, filtros, papel, cartón, plástico, envases, entre otros, siendo este un riesgo para la vida humana, animal, vegetal y para los factores ambientales abióticos de los ecosistemas, en este caso el agua.

Los aceites usados pueden afectar el agua, impidiendo el enriquecimiento con oxígeno esencial e indispensable para la vida, los aceites contienen una preocupante cantidad de metales pesados, que puede afectar la salud de los seres humanos.

La despreocupación de las casas comercializadoras con políticas control de los aceites vendidos es otro motivo, no se comprometen con acciones específicas para la prevención de la contaminación, no sucede como en otros países en donde recolectan el mismo.

Ni los propietarios de vehículos, ni los fabricantes, ni las comercializadoras se han hecho responsable por un manejo adecuado del mismo, desconociendo las graves consecuencias que está ocasionando para el agua del sector.

Los residuos líquidos generados en la lubrilavadora Reina de las Lajas del cantón Saquisilí, se depositan en el sistema de alcantarillado sin normas técnicas, así como los residuos sólidos que salen del proceso, lo que trae como consecuencia problemas de salubridad, estética, malos olores y otros.

La cantidad de autos que ingresan para este servicio es de aproximadamente de 12 unidades por día, entre los que se encuentran vehículos de diferentes servicios como de transportes de pasajeros, de carga pesada, de carga liviana y de uso personal.

En el proceso se generan vertidos que contaminan el agua con aceite y grasas lubricantes.

El cambio de aceite que se realiza a los vehículos depende de varios factores como el tiempo de uso del motor y recorrido, carga aplicada al motor, el tipo de aceite y grasa utilizados, el tipo de motor entre otros, teniendo un promedio de 20 galones de aceite por día, además se generan residuos sólidos como guapes y filtros de aceite en aproximadamente 10 unidades por día.

La problemática resuelta es precisamente cómo manejar los residuos líquidos y sólidos generados en este proceso en la lubrilavadora Reina de las Lajas del Cantón Saquisilí, de tal manera que cumpla con las normas ambientales pertinentes, para lo cual se propone un sistema de tratamiento de vertidos.

Para el estudio se ha planteado los siguientes objetivos:

Diseñar un sistema de tratamiento de vertidos para el manejo de residuos líquidos y sólidos en al lubrilavadora Reina de Las Lajas del Cantón Saquisilí, como objetivos específicos:

- Diseñar un sistema de trampas manuales para separar residuos de lubricantes que se originan en el proceso de lavado de automotores en la lubrilavadora Reina de Las Lajas del Cantón Saquisilí.
- Reducir los contaminantes de los vertidos que se drenen al sistema de alcantarillado del Cantón Saquisilí.
- Elaborar una maqueta para el reciclado de los residuos líquidos y sólidos generados en este proceso.

La hipótesis con la que se trabajó fue:

La elaboración una planta de tratamiento de vertidos generados en el proceso de lavado de automotores de la lubrilavadora Reina De Las Lajas del cantón Saquisilí, minimizará los contaminantes descargados al sistema de alcantarillado de la ciudad.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir la veracidad de la hipótesis, siendo ésta demostrada técnica y analíticamente con la planta a escala y los análisis de laboratorio de las aguas antes, durante y después del proceso.

El presente estudio tiene como aporte científico conocer los niveles de los contaminantes de la empresa, los controles que se efectúan pero sobre todo establecer el tratamiento adecuado de los lubricantes, siendo responsabilidad de la empresa, la preservación del ambiente, con apoyo e intervención de las autoridades públicas en búsqueda de la calidad del agua.

Su aporte metodológico es la aplicación del tratamiento y reciclado de residuos de aceites lubricantes usados representan en la actualidad problemas medioambientales no resueltos. Entre las diferentes alternativas en estudio, una de las vías más prometedoras es el denominado reciclado químico que permite, al mismo tiempo que se eliminan los residuos, la obtención de productos con aplicaciones como materia prima química o como combustibles y carburantes.

Su aporte ambiental permite la conservación de la naturaleza que ha sido un tema que ha despertado un gran interés a nivel mundial y ha tomado fuerza en los últimos años en el país y en especial en la provincia de Cotopaxi, Instituciones gubernamentales, ONGS, Instituciones Educativas y en especial la Universidad Técnica de Cotopaxi a través de los estudiantes de la carrera de Ingeniería Ambiental, viene trabajando mediante investigaciones y creando soluciones a los diferentes problemas con el fin de contribuir a la conservación del medio ambiente.

En el Cantón Saquisilí, existe la contaminación debido a los residuos de aceites lubricantes generados en este proceso, por tal motivo nuestro interés en formar parte de la solución a este grave problema ambiental.

El aporte tecnológico del presente trabajo es presentar el diseño de una planta de tratamiento de aguas contaminadas generadas en el proceso de lavado de vehículos, esta planta ayudará a minimizar la contaminación y poder reutilizar el agua

nuevamente en el proceso, ayudando además a cumplir con los parámetros técnicos para la descarga de estas aguas al sistema de alcantarillado de la ciudad.

El presente trabajo consta de tres capítulos, en el capítulo uno, marco teórico se conceptualiza los aceites lubricantes, las grasas lubricantes, la contaminación generada por las misas, las aguas residuales y su tratamiento en las lubrilavadoras que sustenta la investigación. En el capítulo dos, diseño metodológico se incluye el tipo de investigación de carácter bibliográfico documental y de campo, el nivel o tipo de investigación que es descriptiva, también se realiza el procesamiento y análisis de la información, el diagnóstico situacional del problema, la descripción de procesos de la empresa y las pruebas y análisis de las aguas. Para finalizar en el capítulo tres, se desarrolla la propuesta de un diseño del sistema de tratamiento de aguas residuales, donde se revisa la problemática, la justificación, los objetivos, la metodología de la implementación, el análisis y determinación de los contaminantes, la distribución de áreas operativas y administrativas, la descripción del Centro de Tratamiento de Vertidos de la Lubrilavadora y los métodos y Técnicas para el Tratamiento de Vertidos en la lubrilavadora.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Definición de Aceites Lubricantes

Según Ferrer & Checa,(2010) tienen como finalidad lubricar y refrigerar el motor disminuyendo su desgaste y disipando el calor de los componentes sometidos a esfuerzos. (pág. 117)

#### 1.1.1. Funciones de un lubricante

Debe cumplir las siguientes funciones:

- Recoger las partículas de suciedad y mantenerlas en suspensión evitando así que se sedimenten y formen lodos.
- Soportar las altas temperaturas del motor sin que el aceite se descomponga y contrarrestar o eliminar los puntos calientes.
- No sufrir una pérdida sustancial de su viscosidad por la temperatura que pudiera disminuir la capacidad lubricante.
- Buena protección anticorrosiva y antioxidante que permita neutralizar los productos ácidos de la combustión en el aceite.(pág. 117)

#### 1.1.2. Clasificación de los aceites lubricantes

Según Ferrer & Checa,(2010) los lubricantes se pueden dividir en las siguientes categorías:

Aceites minerales. Estos aceites son de origen natural obtenidos por la destilación del petróleo bruto.

Aceites sintéticos. Estos aceites se obtienen por reacción química (condensación o esterificación). No proceden del petróleo.

Aceites semi-sintéticos. Mezclas de bases minerales a los que se añade un porcentaje de aceite sintético.

Los distintos tipos de aceite no se deben mezclar. Por ejemplo, si el motor lleva aceite mineral y está bajo de nivel, se le añadirá aceite de éste tipo.(pág. 117)

### **1.1.3. Propiedades de los aceites lubricantes.**

Según Ferrer & Checa,(2010) las propiedades más importantes que deben tener los aceites lubricantes son:

- Viscosidad: es la propiedad más importante que tienen los lubricantes y se define como la resistencia de un fluido a fluir.
- Índice de viscosidad: es el valor que indica la variación de viscosidad del aceite con la temperatura. Siempre que se calienta un aceite, este se vuelve más fluido, su viscosidad disminuye; por el contrario, cuando el aceite se somete a temperaturas cada vez más bajas, este se vuelve más espeso y su viscosidad aumenta.
- Densidad: la densidad de un aceite lubricante se mide por comparación entre el peso de un volumen determinado de ese aceite y el peso de igual volumen de agua destilada, cuya densidad se acordó que sería igual a 1, a igual temperatura. Para los aceites lubricantes normalmente se indica la densidad a 15°C.
- Untuosidad: es la propiedad que representa mayor o menor adherencia de los aceites a las superficies metálicas a lubricar y se manifiesta cuando el espesor de la película de aceite se reduce al mínimo, sin llegar a la lubricación límite.
- Punto de inflamación: es la temperatura mínima de un lubricante a la cual los vapores desprendidos se inflaman en presencia de una llama.

- Punto de combustión: si se prolonga el ensayo de calentamiento del punto de inflamación, se notará que el aceite se incendia de un modo más o menos permanente, ardiendo durante unos segundos, entonces es cuando se ha con seguido el punto de combustión.
- Punto de congelación: es la temperatura a partir de la cual el aceite pierde sus características de fluido para comportarse como una sustancia sólida.
- Acidez: los diferentes productos terminados, obtenidos del petróleo bruto pueden presentar una reacción ácida o alcalina. En un aceite lubricante, una reacción ácida excesiva puede ser motivo de un refinado en malas condiciones.
- Demulsibilidad: es la mayor o menor facilidad con que el aceite se separa del agua, esto es, lo contrario de la emulsibilidad.
- Color y fluorescencia: Grado de pureza o de refinado y la fluorescencia del origen del crudo.
- Índice de basicidad: es la propiedad que tiene el aceite de neutralizar los ácidos formados por la combustión en los motores.(pág. 117)

#### **1.1.4. Bases minerales y sintéticas de los lubricantes**

El autor (González, 2012) hace mención de las bases minerales y sintéticas de los aceites

Minerales: En este caso provienen de la destilación fraccionada del petróleo y están formados por tres tipos de hidrocarburos: parafínicos, nafténicos y aromáticos. Los compuestos parafínicos se encuentran en una mayor proporción (en tomo a un 70%)

y tienen buenas cualidades lubricantes. El resto de elementos sirven para mejorar la estabilidad del aceite con la temperatura, la capacidad disolvente....

Semisintéticos: es difícil encontrar a día de hoy aceites totalmente minerales, en realidad son semisintéticos, es decir, constan de un aceite de base mineral (en torno a un 70-80%) y otro sintético (sobre un 20-30%) que mejora las propiedades.

Sintéticos: estos aceites se formulan en laboratorio a partir de ingredientes naturales, fragmentando las moléculas y luego reconstruyéndolas. De esta forma se eliminan las partes de las moléculas que no poseen buenas cualidades lubricantes y se sustituyen por otras que mejoran sus características. Así se pueden controlar las propiedades del aceite de base. Aunque son más caros de fabricar son necesarios porque los aceites minerales tienen ciertas limitaciones. (pág. 211)

## **1.2. DEFINICIÓN DE GRASAS LUBRICANTES**

Heinz Dietsche(2005) las grasas lubricantes son aceites lubricantes espesados. Frente a los aceites, las grasas presentan la gran ventaja de que no se salen del punto de rozamiento. Por ello, sería innecesario tomar costosas medidas constructivas para la hermetización (p.ej., utilización en cojinetes de rueda, sistemas móviles como el ABS, el alternador, el motor del limpiaparabrisas, motorreductores pequeños).

En la tabla 4 gráfico una vista general a grandes rasgos de la estructura de un lubricante pastoso que se compone de los tres componentes base aceite base, espesante y aditivo. (pág. 316)

Tabla N° 1: Composición de la grasa lubricante

<b>Aceites base</b>	<b>Espesantes</b>	<b>Aditivos</b>
<b>Aceites minerales - Paralínicos -Nafténicos - Aromáticos Poli-a-olefina Substancias alquilaromáticas Aceites diéster Pollolo Silicona Feniféter Poliéter perfluórico</b>	Jabones metálicos (Li, Na, Ca, Ba, Al) normal hidróxido complejo Policarbamidas PTFE PE Bentonita Geles de sílice	Inhibidores de la oxidación Iones de Fe y de Cu formador de complejos Inhibidores de la corrosión Aditivos de alta presión (aditivos EP) Aditivos para la protección contra el desgaste (aditivos contra el desgaste) Reductores del rozamiento (modificador del rozamiento) Agente para mejorar la adherencia Detergentes, dispersantes Agentes que mejoran el VI Lubricantes sólidos

Fuente: (Heinz Dietsche, 2005)

Nota: Para cada par de rozamiento se puede desarrollar un lubricante de alto rendimiento a partir de la variedad de componentes lubricantes.

### 1.2.1. Obtención de grasa lubricante

Heinz Dietsche(2005) menciona que como aceite base se utilizan sobre todo aceites minerales, pero en los últimos tiempos se van sustituyendo cada vez más con los aceites completamente sintéticos (p.ej., debido a los requisitos más estrictos en cuanto a la estabilidad frente al envejecimiento, al comportamiento de la fluidez en caso de temperaturas bajas, al comportamiento viscosidad- temperatura).

El espesante sirve para aglutinar el aceite base. La mayoría de veces se utilizan jabones metálicos. Aglutinan el aceite en una estructura saponácea esponjosa (micelas) mediante oclusiones y fuerzas de interacción. Cuanto mayor es la proporción de espesante (en función del tipo de espesante) en la grasa, menor es la penetración (profundidad de penetración de un cono de ensayo en la muestra de grasa) o mayor es la clase NLGI (véase la tabla 5). (pág. 316)

Tabla N° 2: Clasificación de la consistencia de grasas lubricantes (DIN 51816)

<b>Clase NLGI</b>	<b>Penetración trabajada conforme a DINISO 2137 en unidades (0.1 mm)</b>
<b>000</b>	445 a 475
<b>00</b>	400 a 430
<b>0</b>	355 a 385
<b>1</b>	310 a 340
<b>2</b>	265 a 295
<b>3</b>	220 a 250
<b>4</b>	175 a 205
<b>5</b>	130 a 160
<b>6</b>	85 a 150

Fuente: (Heinz Dietsche, 2005)

Heinz Dietsche (2005) menciona que las grasas de aceite mineral o las grasas con base de hidrocarburos sintéticos, p.ej., no pueden entrar en contacto con elastómeros que se utilizan en combinación con líquidos de freno (con base de poliglicol) (p.ej., fuerte hinchamiento de elastómeros EPDM). Asimismo, deben evitarse las mezclas de grasas lubricantes de diferentes estructuras (modificación de las propiedades físicas, condensación de la grasa por el descenso de la temperatura de goteo).

Heinz Dietsche(2005) los esfuerzos térmicos y mecánicos provocan modificaciones químicas o físicas que pueden tener repercusiones perjudiciales desde el punto de vista funcional sobre todo el sistema tribológico. La oxidación, p.ej., provoca una acidificación que puede desencadenar corrosión sobre superficies metálicas o fisuras por esfuerzos en algunos plásticos. Si el esfuerzo térmico es muy elevado, la polimerización puede causar una solidificación del lubricante. Cualquier modificación química cambia automáticamente las propiedades físicas. Entre estas propiedades se encuentran las propiedades reológicas y las modificaciones en el comportamiento viscosidad-temperatura o del comportamiento viscosidad-temperatura o del punto de goteo. Una fuerte disminución del punto de goteo

provocaría que el lubricante fluyera del punto de rozamiento incluso con un calentamiento moderado. (pág. 316)

### **1.2.2. Los tres componentes de la grasa**

Según Widman (2009) los componentes de la grasa son:

1. Aceite: Cada grasa está formulada con una viscosidad y tipo de aceite que le dará las características de lubricación hidrodinámica deseadas.

- a. La Viscosidad del aceite básico dependerá de la velocidad y área de contacto de los cojinetes o rodamientos que debería proteger. Tal como aceites para reductores, se selecciona la viscosidad del aceite básico de la grasa.
- b. La Calidad del aceite básico dependerá de la frecuencia de engrase requerida o el precio que quieren cobrar por la grasa. Puede ser aceite naphénico, parafínico, API grupo I, API grupo II o sintético. Entre más alta la calidad del aceite básico, más resistencia a la oxidación y menor frecuencia de re-engrase.

2. Espesante (esponja o jabón): El espesante utilizado depende del tipo de trabajo requerido, las temperaturas operacionales, la presencia o ausencia de agua, u otros factores.

- a. Grasas de sodio son baratas, pero no resistan agua.
- b. Grasas de calcio son baratas, pero no resisten calor ni velocidad.
- c. Grasas de litio simple son un poco más caras y parcialmente resistentes al agua, temperatura y velocidad
- d. Grasas de Complejos de Litio son más caras pero mucho más resistentes al lavado por agua y goteo por temperatura, mientras resisten mucho más velocidad sin volar.
- e. Grasas de Arcilla son similares en costo al complejo de litio, pero no tienen punto de goteo. No derriten. Tampoco se lavan con agua. Son ideales para altas temperaturas y condiciones mojadas. Pero tienen limitaciones en altas revoluciones.

- f. Grasas de Polyurea son más caras que estas otras, típicamente son similares al complejo de litio en resistencia al agua y temperatura, pero mucho más resistente a altas revoluciones. (págs. 2 - 3)

### **1.3. LOS ADITIVOS**

Según Ferrer & Checa,(2010) los aditivos permiten una buena lubricación. Son sustancias químicas que se añaden en pequeñas cantidades a los aceites lubricantes para proporcionar o incrementar sus propiedades, o para suprimir o reducir otras que le son perjudiciales. (pág. 118)

#### **1.3.1. Tipos de aditivos para aceites lubricantes**

Según Ferrer & Checa (2010) los aditivos más importantes de un lubricante son:

Aditivos de viscosidad. Mejoran la conservación de viscosidades correctas en frío y en caliente.

Aditivos anticorrosivos y antioxidantes. Protegen contra la corrosión a los materiales sensibles e impiden las alteraciones internas que pueda sufrir el aceite por envejecimiento y oxidación.

Aditivos antidesgaste. Estos aditivos permanecen pegados a las superficies de las partes en movimiento, formando una película de aceite, que evita el desgaste entre ambas superficies.

Aditivos detergentes y dispersantes. La función de estos aditivos es lavar las partes interiores en el motor, que se ensucian por las partículas de polvo, carbonilla, etc.

Aditivos antiespumantes. Tienen la misión de evitar la espuma del lubricante formada en el interior del motor durante su funcionamiento.

Aditivos mejoradores o elevadores del índice de viscosidad. Se emplean para favorecer el punto de congelación y en consecuencia, el de fluidez.(pág. 118)

### **1.3.2. Tipos de aditivos para grasas lubricantes**

Heinz Dietsche (2005) dice que los aditivos (sustancias activas) sirven para modificar de forma selectiva (as propiedades fisicoquímicas de la grasa lubricante en una dirección deseada (p.ej., para mejorar la resistencia a la oxidación, para aumentar el efecto de la protección contra el gripado (aditivo EP) o para disminuir el rozamiento y el desgaste). (pág. 316)

Heinz Dietsche (2005) los lubricantes sólidos (p.ej.,  $\text{MoS}_2$ ) también se añaden a las grasas lubricantes (p.ej., para lubricar los árboles articulados de transmisión del vehículo). (pág. 316)

Para Widman (2009) normalmente una grasa tendrá aditivos para mejorar su comportamiento.

- a. Anti-oxidantes para evitar su oxidación y descomposición.
- b. Extrema Presión: Aditivos similares a los que encontramos en aceites de extrema presión o polares para anti-desgaste (AW) como se usa en aceites hidráulicos para reducir el desgaste. También pueden tener molibdeno o grafito para mejorar sus características de fricción en cojinetes y superficies deslizantes.
- c. Anti-corrosivos: Aditivos polares que cubren las superficies y las protegen contra herrumbre o corrosión.
- d. Pegajosidad: Algunas grasas tienen aditivos para mejorar su adherencia. (pág. 3)

## **1.4. CONTAMINACIÓN GENERADA POR LUBRICANTES**

Para Granero & Ferrando (2007) todo aceite industrial que se haya vuelto inadecuado para el uso al que se le hubiera asignado inicialmente. Se incluyen en esta definición, en particular, los aceites minerales usados de los motores de combustión y de los sistemas de transmisión, los aceites minerales usados de los lubricantes, los de turbinas y de los sistemas hidráulicos, así como las mezclas y emulsiones que los contengan. En todo caso quedan incluidos en esta definición los residuos de aceites correspondientes a los códigos 13 01,13 02,13 03,13 05 y 13 08 de la Lista Europea de Residuos (LER). Los aceites usados son residuos peligrosos. (pág. 205)

### **1.4.1. Composición química de los aceites usados**

Según la Consejería de Medio Ambiente (2000) es evidente que los componentes fundamentales de cualquier aceite usado serán las sustancias químicas aportadas por las bases lubricantes. Cuando los aceites de partida sean minerales, la proporción mayoritaria será de hidrocarburos y sus compuestos de degradación. Por el contrario, si los aceites de partida son sintéticos la composición química dependerá de las bases empleadas en cada caso.

Teniendo en cuenta que el empleo de estos últimos se halla en una proporción que todavía es minoritaria, la atención se centrará, a partir de ahora, sobre los primeros. Si bien es cierto que los hidrocarburos continúan siendo la fracción más importante, es preciso tener en cuenta las degradaciones que sufren como consecuencia de las condiciones de utilización que suelen tener. Algo similar cabría decir sobre los aditivos y además también habrán de tomarse en consideración los contaminantes que puedan sumarse durante el período de utilización o en el intervalo de tiempo que media entre la sustitución por un aceite nuevo y la entrega a un gestor. Por todo ello, se puede afirmar que el líquido final es claramente diferente al de partida e incluso que dos aceites usados nunca serán iguales aunque procedan del mismo tipo de aplicación.

En consecuencia y a pesar de ser algo evidente, conviene advertir que los datos incluidos en la tabla adjunta (Ver Tabla 3) Dan de valorarse desde una óptica meramente orientativa. (pág. 42)

**Tabla N° 3:** Composición química de los aceites usados

Compuesto	Aceite nuevo (*)	Automoción (*)	Industrial (*)	Desconocido (*)	Desconocido (*)
<b>Halógenos</b>	<b>155</b>	<b>1100</b>	<b>2000</b>	<b>1900</b>	<b>2500</b>
<b>Cloro</b>					
<b>Elementos inorgánicos</b>					
<b>Arsénico</b>	<b>ND</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>10</b>
<b>Bario</b>	<b>162</b>	<b>83</b>	<b>32</b>	<b>40</b>	<b>250</b>
<b>ELEMENTOS METÁLICOS</b>					
• <b>Plomo</b>	<b>0</b>	<b>900</b>	<b>24</b>	<b>321</b>	<b>1000</b>
• <b>Zinc</b>	<b>350 - 2440</b>	<b>920</b>	<b>86</b>	<b>490</b>	<b>1500</b>
• <b>Cromo</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>&lt;5</b>
• <b>Cadmio</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>&lt;1</b>
<b>Orgánicos clorados</b>					
• <b>Diclorofluorometano</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>ND</b>	<b>20</b>	<b>ND</b>
• <b>Triclorofluoretano</b>	<b>ND</b>	<b>20</b>	<b>ND</b>	<b>230</b>	<b>ND</b>
• <b>Tricloroetileno</b>	<b>ND</b>	<b>82</b>	<b>100</b>	<b>300</b>	<b>ND</b>
• <b>Tricloroetano</b>	<b>ND</b>	<b>20</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>ND</b>
• <b>Tetracloroetileno</b>	<b>ND</b>	<b>16</b>	<b>100</b>	<b>170</b>	<b>ND</b>
• <b>PCBs</b>	<b>ND</b>	<b>5</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>&lt;50</b>
<b>Orgánicos no clorados</b>					
• <b>Benceno</b>	<b>ND</b>	<b>73</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>ND</b>
• <b>Tolueno</b>	<b>ND</b>	<b>710</b>	<b>16</b>	<b>450</b>	<b>ND</b>
• <b>Xileno</b>	<b>ND</b>	<b>710</b>	<b>16</b>	<b>600</b>	<b>ND</b>
• <b>Benzoantraceno</b>	<b>ND</b>	<b>10</b>	<b>ND</b>	<b>330</b>	<b>ND</b>
• <b>Benzopireno</b>	<b>0,28</b>	<b>10</b>	<b>ND</b>	<b>12</b>	<b>ND</b>
• <b>Naftaleno</b>	<b>ND</b>	<b>280</b>	<b>ND</b>	<b>10</b>	<b>ND</b>

(\*) Fuente EPA (\*\*) Fuente EGMASA NOTA: Son valores medios expresados en ppm(Consejería de Medio Ambiente, 2000)

#### 1.4.2. Elementos de los aceites

Según un documento de la Alcaldía Mayor de Bogotá (2011), como resultado del servicio prestado, los aceites usados contienen impurezas de tipo físico y químico como sólidos, metales y productos orgánicos, que pueden provenir de los equipos en los cuales se utilizaron, como resultado de procesos de combustión, o por la

mezcla indebida con otros fluidos o residuos durante las etapas de recolección, almacenamiento y transporte para su aprovechamiento o disposición final. (pág. 3)

#### **1.4.4. Tipos de impactos**

El manejo inadecuado de los aceites usados puede causar afectación a la salud humana y al medio ambiente.

##### ***1.4.4.1. Impacto para la salud***

Según un documento de la Alcaldía Mayor de Bogotá (2011), en la salud humana los efectos de los metales presentes en los aceites usados se pueden presentar como se describe a continuación;

Plomo - Los síntomas a que puede conllevar son la fatiga, dolores de cabeza, óseos y abdominales, trastornos del sueño, dolores musculares, impotencia, trastornos de conducta anemia, delirio\* esterilidad, daños al feto, problemas de cáncer y la muerte.

Cromo - Trae como consecuencia afecciones locales y generales como son la dermatitis, ulceraciones del tabique nasal y la piel, bronquitis y dolores respiratorios.

Bario - Puede llegar a producir problemas de respiración, presión sanguínea, cambios de ritmo cardiaco. Irritación estomacal. Inflamación cerebral y daños al hígado, riñón y corazón.

Aluminio - El aluminio ha sido relacionado con problemas respiratorios, al sistema nervioso, huesos y con defectos de nacimiento.

Zinc - Causa problemas estomacales, náuseas, vómito, anemia, y afecta al páncreas, los pulmones y a la temperatura corporal. (pág. 4)

#### ***1.4.4.2. Impacto para el medio ambiente***

Según un documento de la Alcaldía Mayor de Bogotá (2011), los halógenos y compuestos halogenados son sustancias catalogadas como contaminantes al ambiente que se destacan por su acción tóxica sobre las plantas y el ser humano. En el caso de las plantas los halógenos se van almacenando en las hojas hasta sobrepasar los umbrales de toxicidad, apareciendo necrosis que llegan hasta provocar la muerte. En los seres humanos y animales impiden el metabolismo del calcio. (pág. 4)

Según un documento de la Alcaldía Mayor de Bogotá (2011), los aceites usados son considerados residuos peligrosos, de acuerdo con el Anexo 1 del Convenio de Basilea, el cual fue introducido al derecho nacional mediante la Ley 253 de 1996. (pág. 3)

#### **1.4.5. Características de los aceites usados de las lubricadoras**

Según un documento de la Alcaldía Mayor de Bogotá (2011) Las características de los aceites usados de las lubricadoras dependen de:

- Las propiedades de las bases lubricantes de las cuales se derivan, de los aditivos utilizados en su formulación, de los equipos en los cuales fueron utilizados y de las condiciones de manejo durante su acopio y transporte.
- Las bases lubricantes son fracciones de petróleo obtenidas en la etapa de destilación al vacío de crudos seleccionados y que luego de ser sometidos a diversos tratamientos, presentan características apropiadas para la formulación de aceites lubricantes de óptima calidad.
- Los aditivos son sustancias químicas, cuya función es proporcionar o mejorar características deseables al aceite básico o para eliminar o minimizar aquellas que resulten indeseables que puedan ocasionar problemas durante su uso en los

diferentes sistemas mecánicos. Los tipos más importantes de aditivos incluyen antioxidantes, aditivos antidesgaste, inhibidores de la corrosión, mejoradores del índice de viscosidad e inhibidores de espuma. (pág. 3)

#### 1.4.6. Efectos por contaminación con aceites usados

Según la Consejería de Medio Ambiente(2000) a los aceites usados, como sucede con otros muchos residuos cuya producción está muy atomizada (Líquidos de revelado, pilas, tóner de copadoras, etc.), no resulta fácil asignarles unos efectos concretos si su abandono o su destrucción se produce de un modo incorrecto.

En consecuencia y por orden de importancia, se ha considerado que lo más oportuno es Indicar qué efectos suelen Ir asociados a tres formas incorrectas de actuación:

- Vertido incontrolado a ríos, lagos o al mar
- Combustión a baja temperatura sin depurar gases
- Vertido incontrolado en tierra (págs. 42 - 43)

A continuación, de una manera bastante simplificada pero suficientemente clara, se mencionan las consecuencias más importantes de tales acciones.

Tabla N° 4: Efectos medioambientales asociados a una gestión incorrecta

ACCIONES	EFECTOS
<b>VERTIDOS A RÍOS, LAGOS, MAR</b>	Impedir la oxigenación natural del agua. Dispersión de contaminantes Elevación de la carga orgánica
<b>COMBUSTIÓN EN LADRILLERAS</b>	Emisiones de metales pesados Emisiones de SO <sub>2</sub> , HCl, partículas Emisiones de HC (Inquemados + Comb. incompleta)
<b>VERTIDOS EN ESCOMBRERAS</b>	Contaminación de suelos Contaminación de acuíferos

**Fuente:** (Consejería de Medio Ambiente, 2000, pág. 43)

## 1.5. AGUAS RESIDUALES

Para Sans & De Pablo (1989) las aguas residuales domésticas, si se tratan a la salida de una población, pueden ir acompañadas de aguas residuales industriales, si algunas industrias vierten sus aguas a la red de alcantarillado público. La planta de tratamiento de aguas debe considerar el tipo de industrias que vierten sus aguas en la red pública y el caudal que éstas aportan. El agua residual doméstica (sin tener en cuenta la composición del agua para suministro público), tiene las siguientes propiedades físicas, constituyentes químicos y biológicos: (pág. 67)

- Olor.
- Color.
- Sólidos en suspensión y disueltos.
- Temperatura.
- Carbohidratos.
- Crasas y aceites.
- Proteínas.
- Agentes tensoactivos.
- Alcalinidad.
- Cloruros.
- Nitrógeno.
- Fósforo.
- Azufre.
- Sulfuro de hidrógeno.
- Metano.
- Protistas.
- Virus. (pág. 67)

Sans & De Pablo (1989) se presentan los siguientes tipos de aguas residuales:

- Fuertemente ácidas.
- Fuertemente básicas.
- Fuertemente coloreadas.

- Presencia de sustancias tóxicas.
- Inflamabilidad.

Aguas residuales fuertemente ácidas o fuertemente básicas, se las puede encontrar en muchos procesos industriales y especialmente en fábricas de productos químicos, como ácidos, bases, tintes, explosivos, insecticidas, fungicidas, productos farmacéuticos, resinas de silicona, materiales de construcción etc. Los más importantes son los vertidos que contienen ácido clorhídrico, sulfúrico y nítrico diluidos. Todas estas aguas residuales necesitan una neutralización antes de su vertido al sistema de alcantarillados o a los cursos de aguas, puesto que estos se alteran de forma perjudicial por valores extremos de pH. (pág. 77)

### **1.5.1. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LAS LUBRILAVADORAS**

Según Tchobanoglous & Burton (1996) los métodos de tratamiento de las aguas residuales empezaron a desarrollarse ante la necesidad de velar por la salud pública y evitar las condiciones adversas provocadas por la descarga del agua residual al medio ambiente. El propósito del tratamiento era acelerar la acción de las fuerzas de la naturaleza, bajo condiciones controladas, en instalaciones de tratamiento de tamaño comparativamente menor. (págs. 137 - 138)

### **1.5.2. Objetivos**

Según Tchobanoglous & Burton (1996), los objetivos que se plantearon hasta 1970 estaban relacionados con:

Eliminación de la materia en suspensión y los flotantes, (2) tratamiento de la materia orgánica biodegradable, y (3) eliminación de los organismos patógenos.

Desde el inicio de los setenta hasta 1980, aproximadamente, los objetivos del tratamiento de las aguas residuales estaban más relacionados con criterios estéticos

y medioambientales. Los objetivos en la reducción de la DBO, los sólidos en suspensión y los organismos patógenos se mantuvieron, aunque a mayor nivel.

También se empezó a considerar la conveniencia de eliminar nutrientes como el nitrógeno o el fósforo, especialmente en el caso de cursos de agua interiores y lagos. Con el fin de mejorar la calidad de las aguas superficiales, las agencias, tanto estatales como federales, hicieron grandes sus esfuerzos para la mejora de la efectividad y extensión de los tratamientos del agua residual. Este esfuerzo fue consecuencia de (1) una mejor comprensión de los impactos medioambientales producidos por los vertidos de aguas residuales, (2) el conocimiento cada vez más profundo de los efectos a largo plazo causados por la descarga al medio ambiente de algunos de los constituyentes específicos del agua residual, y (3) la concienciación, a nivel nacional, de la necesidad de preservar el medio ambiente.

El resultado de estos esfuerzos fue una considerable mejora en la calidad de las aguas superficiales. A partir de 1980, como consecuencia de los avances científicos y de la mayor información de base, el tratamiento de las aguas residuales ha empezado a centrarse en los problemas de salud relacionados con la descarga al medio ambiente de productos químicos tóxicos o potencialmente tóxicos. Se han mantenido los objetivos relacionados con la mejora de la calidad del agua planteados en los años setenta, pero se está poniendo mayor énfasis en la determinación y eliminación de las sustancias tóxicas y compuestos de traza que pueden ser responsables de problemas sanitarios a largo plazo. Como consecuencia de ello, aunque se mantienen vigentes los objetivos primitivos, se ha incrementado notablemente el nivel de exigencia y se han añadido nuevas metas y objetivos. Un ejemplo de los nuevos objetivos planteados es la eliminación de los compuestos orgánicos refractarios y de los metales pesados. (pág. 138)

Tabla N° 5: Requisitos mínimos a para el tratamiento secundario

Características del vertido	Unidad de medida	Concentración media en 30 días	Concentración media en 7 días
DBO <sub>5</sub>	mg/l	30 <sup>c,d</sup>	45 <sup>c</sup>
Sólidos en suspensión	mg/l	30 <sup>c,d</sup>	45 <sup>c</sup>
Concentración de ion hidrógeno	unidades pH	Siempre se debe mantener dentro del intervalo entre 6,0 y 9,0 <sup>e</sup>	
DBO <sub>5</sub> <sup>f</sup> carbonosa	mg/l	25 <sup>c,d</sup>	40 <sup>c</sup>

Nota

- a. [6 y 7].
- b. *Las limitaciones actuales permiten, para los filtros percoladores y las lagunas de estabilización, concentraciones en periodos de 30 días y de 7 días más elevadas que las indicadas (45 y 65 mg/l de DBO y sólidos en suspensión), siempre y cuando la calidad de las aguas receptoras no se vea afectada negativamente. También existen excepciones para las redes de alcantarillado unitario, algunas categorías industriales, y aguas residuales menos concentradas provenientes de redes de alcantarillado separativas. Para mayor información sobre las excepciones existentes, consultar la bibliografía [6].*
- c. *No se deben exceder.*
- d. *El porcentaje de eliminación medio no debe ser inferior al 85 por 100.*
- e. *Sólo se aplica en casos de adición de productos químicos inorgánicos de la planta o por su presencia en aguas residuales industriales.*
- f. *La NPDES tiene autoridad para permitir que se sustituya por la DBO<sub>5</sub>.*

Fuente: (Tchobanoglous & Burton, 1996)

### 1.5.3. Clasificación de los métodos de tratamiento de las aguas residuales para el manejo de desechos en las lubrilavadoras

Según Tchobanoglous & Burton(1996)los contaminantes presentes en el agua residual pueden eliminarse con procesos químicos, físicos y/o biológicos. Los métodos individuales suelen clasificarse en operaciones físicas unitarias, procesos químicos unitarios, y procesos biológicos unitarios. A pesar de que estas operaciones y procesos se utilizan conjuntamente en los sistemas de tratamiento, se ha considerado ventajoso estudiar las bases científicas de cada uno de ellos por separado, ya que los principios básicos son comunes. (pág. 142)

### ***1.5.3.1. Operaciones físicas unitarias en las lubrilavadoras***

Según Tchobanoglous & Burton(1996) los métodos de tratamiento en los que predomina la acción de fuerzas físicas se conocen como operaciones físicas unitarias. Puesto que la mayoría de estos métodos han evolucionado directamente a partir de las primeras observaciones de la naturaleza por parte del hombre, fueron los primeros en ser aplicados al tratamiento de las aguas residuales. El desbaste, mezclado, floculación, sedimentación, flotación, transferencia de gases y filtración son operaciones unitarias típicas. (pág. 142)

### ***1.5.3.2. Procesos químicos unitarios en las lubrilavadoras***

Según Tchobanoglous & Burton (1996) los métodos de tratamiento en los cuales la eliminación o conversión de los contaminantes se consigue con la adición de productos químicos o gracias al desarrollo de ciertas reacciones químicas, se conocen como procesos químicos unitarios. Fenómenos como la precipitación, adsorción y la desinfección son ejemplos de los procesos de aplicación más común en el tratamiento de las aguas residuales. En la precipitación química, el tratamiento se lleva a cabo produciendo un precipitado que se recoge por sedimentación. En la mayoría de los casos, el precipitado sedimentado no sólo contendrá los constituyentes que puedan haber reaccionado con los productos químicos añadidos, sino que también estará compuesto por algunas sustancias arrastradas al fondo durante la sedimentación del precipitado. La adsorción es un proceso mediante el cual se eliminan compuestos específicos de las aguas residuales sobre superficies sólidas basándose en las fuerzas de atracción entre cuerpos. (pág. 142)

### ***1.5.3.3. Procesos biológicos unitarios en las lubrilavadoras***

Según Tchobanoglous & Burton (1996) los procesos de tratamiento en los que la eliminación de los contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica se conocen como procesos biológicos unitarios. La principal aplicación de los procesos biológicos es la eliminación de las sustancias orgánicas biodegradables

presentes en el agua residual en forma, tanto coloidal, como en disolución. Básicamente, estas sustancias se convierten en gases, que se liberan a la atmósfera, y en tejido celular biológico, eliminable por sedimentación. Los tratamientos biológicos también se emplean para eliminar el nitrógeno contenido en el agua residual. Mediante un adecuado control del medio, el agua residual se puede tratar biológicamente en la mayoría de los casos. Por consiguiente, es responsabilidad del ingeniero asegurar la adecuación y el control efectivo del medio. (págs. 142 - 143)

#### ***1.5.3.4. Aplicación de los métodos de tratamiento en las lubrilavadoras***

Tchobanoglous & Burton(1996) son los procesos y operaciones unitarias se combinan y complementan para dar lugar a diversos niveles de tratamiento de las aguas. Históricamente, los términos “pretratamiento” y, o «primario» se referían a las operaciones físicas unitarias; el término «secundario» se refería a los procesos químicos o biológicos unitarios, y se conocía con el nombre de «tratamiento terciario» o «avanzado», a las combinaciones de los tres. No obstante, estos términos son arbitrarios y, en muchos casos, carecen de valor alguno. Un enfoque más racional consiste, en primera instancia, en establecer el nivel de eliminación de contaminantes (tratamiento) necesario antes de reutilizar o verter las aguas residuales al medio ambiente. A partir de este momento, basándose en consideraciones fundamentales, es posible agrupar las diferentes operaciones y procesos unitarios necesarios para alcanzar el nivel de tratamiento adecuado. (pág. 143)

#### ***1.5.3.5. Métodos para el manejo de desechos en aguas residuales en las lubrilavadoras***

#### **Pretratamiento de las aguas residuales en las lubrilavadoras**

Según Tchobanoglous & Burton (1996), el pretratamiento de las aguas residuales se define como: el proceso de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia pueda provocar problemas de mantenimiento y

funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares. Como ejemplos de pretratamientos podemos citar el desbaste y dilaceración para la eliminación de sólidos gruesos y trapos, la flotación para la eliminación de grasas y aceites y el desarenado para la eliminación de la materia en suspensión gruesa que pueda causar obstrucciones en los equipos y un desgaste excesivo de los mismos. En este texto se diferencia el pretratamiento del pretratamiento industrial, en el que se tratan los constituyentes en sus fuentes de origen, antes de verterlos a la red de alcantarillado. (pág. 145)

### **Tratamiento primario de las aguas residuales en las lubrilavadoras**

Según Tchobanoglous & Burton (1996) en el tratamiento primario, se elimina una fracción de los sólidos en suspensión y de la materia orgánica del agua residual. Esta eliminación suele llevarse a cabo mediante operaciones físicas tales como el tamizado y la sedimentación. El efluente del tratamiento primario suele contener una cantidad considerable de materia orgánica y una DBO alta. En el futuro, las plantas de tratamiento que sólo incluyen tratamiento primario irán quedando desfasadas, conforme se vayan implantando las medidas de la EPA en cuanto a la necesidad de disponer de tratamientos secundarios. Sólo en casos especiales (para aquellas comunidades a las que se dispense de disponer de tratamientos secundarios) se empleará los tratamientos primarios como único método de tratamiento. El principal papel del tratamiento primario continuará siendo el de previo al tratamiento secundario. (pág. 145)

### **Tratamiento secundario convencional en las lubrilavadoras**

Tchobanoglous & Burton (1996) el tratamiento secundario, está principalmente encaminado a la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos biodegradables, aunque a menudo se incluye la desinfección como parte del tratamiento secundario. Se define el tratamiento secundario convencional como la combinación de diferentes procesos normalmente empleados para la eliminación de estos constituyentes, e incluye el tratamiento biológico con fangos activados,

reactores de lecho fijo, los sistemas de lagunaje y la sedimentación. (págs. 145 - 146)

### **Control y eliminación de nutrientes en las lubrilavadoras**

Tchobanoglous & Burton (1996) la eliminación y control de los nutrientes presentes en el agua residual es importante por diversas razones: normalmente, es necesaria debido a (1) vertido a cuerpos de agua receptores confinados, en los que se pueda crear o acelerar los procesos de eutrofización; (2) vertidos a cursos de agua en los que la nitrificación pueda limitar los recursos de oxígeno o en los que puedan proliferar el arraigamiento de plantas acuáticas, y (3) recarga de aguas subterráneas que puedan ser usadas, indirectamente, para el abastecimiento público de agua. Los principales nutrientes contenidos en las aguas residuales son el nitrógeno y el fósforo, y su eliminación puede llevarse a cabo por procesos químicos, biológicos, o una combinación de ambos. En muchos casos, la eliminación de nutrientes se realiza en combinación con el tratamiento secundario; por ejemplo, se pueden añadir sales metálicas en los tanques de aireación para provocar la precipitación del fósforo en el proceso de decantación final, o se puede llevar a cabo un proceso de desnitrificación biológica como continuación de un proceso de fangos activados que produzca un efluente nitrificado. (pág. 146)

### **Tratamiento avanzado/Recuperación del agua residual en las lubrilavadoras**

Tchobanoglous & Burton (1996) el término tratamiento avanzado tiene diversas definiciones: en el contexto de este libro, definiremos como tratamiento avanzado el nivel de tratamiento necesario, más allá del tratamiento secundario convencional, para la eliminación de constituyentes de las aguas residuales que merecen especial atención, como los nutrientes, los compuestos tóxicos y los excesos de materia orgánica o de sólidos en suspensión. Además de los procesos de eliminación de nutrientes, otros procesos u operaciones unitarias habitualmente empleadas en los tratamientos avanzados son la coagulación química, floculación, y sedimentación seguida de filtración y carbono activado. Para la eliminación de iones específicos y

para la reducción de sólidos disueltos, se emplean métodos menos comunes, como el intercambio iónico o la osmosis inversa. También se emplea el tratamiento avanzado para diversas posibilidades de reutilización de las aguas residuales para las cuales es preciso conseguir efluentes de alta calidad, como puede el caso del agua empleada para refrigeración industrial o para la recarga de aguas subterráneas (véase Cap. 16). En términos de calidad del efluente, algunos procesos de tratamiento natural (antes llamado tratamiento en el terreno) pueden resultar equivalentes al tratamiento avanzado de las aguas residuales. (pág. 146)

### **Tratamiento de residuos tóxicos, Eliminación de contaminantes específicos en las lubrilavadoras**

Tchobanoglous & Burton(1996) la eliminación de las sustancias tóxicas y de contaminantes específicos es un tema complejo: en los vertidos industriales a las redes de alcantarillado municipales, las concentraciones de contaminantes tóxicos suelen controlarse mediante pretratamientos específicos antes de su vertido a la red. En algunos casos, la eliminación de las sustancias tóxicas se lleva a cabo en las plantas de tratamiento. Muchas de las sustancias tóxicas, como los metales pesados, se eliminan mediante algún tratamiento físico-químico como la coagulación química, floculación, sedimentación o filtración. También es posible eliminarlos parcialmente en los tratamientos secundarios. Las aguas residuales que contienen compuestos orgánicos volátiles se pueden tratar mediante adsorción carbónica o arrastre con aire. Mediante procesos de intercambio iónico también es posible eliminar pequeñas concentraciones de algunos contaminantes específicos. (págs. 146 - 147)

### **Tratamiento de las aguas procedentes de aliviaderos de las redes de alcantarillado unitarias en las lubrilavadoras**

Tchobanoglous & Burton (1996) estas aguas consisten en: grandes descargas intermitentes de aguas residuales que resultan de la mezcla de agua residual con aguas pluviales. Excepto en el caso de las primeras descargas, las concentraciones de los

constituyentes importantes suelen ser menores que en aguas residuales domésticas o industriales. El tratamiento de estas aguas suele centrarse en la eliminación de los sólidos en suspensión y de los organismos patógenos. La eliminación de los sólidos en suspensión puede hacerse por sedimentación o desarenado, y la desinfección suele llevarse a cabo por cloración. (pág. 147)

## **1.6. SISTEMA DE TRATAMIENTO DE VERTIDOS EN LAS LUBRILAVADORAS**

Según la página web Estructplan.com.ar (2009) los efluentes líquidos son fundamentalmente las aguas de abastecimiento de una población, después de haber sido impurificadas por diversos usos. Desde el punto de vista de su origen, resultan de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de las viviendas, instituciones y establecimientos comerciales e industriales, más las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que pudieran agregarse. Todas estas aguas afectan de algún modo la vida normal de sus correspondientes cuerpos receptores. Cuando este efecto es suficiente para hacer que los mismos no sean susceptibles de una mejor utilización, se dice que están contaminados. En este contexto mejor utilización significa: utilización de los mismos con fines domésticos, industriales, agrícolas, recreacionales, etc... (pág. 1)

### **1.6.1. Determinación de los contaminantes en las lubrilavadoras**

Para la (Página Web Textos científicos, 2005) las aportaciones significativas de contaminación que se enumeran seguidamente, se han clasificado en función de los métodos de tratamiento que le son aplicables.

- **Elementos insolubles separables físicamente con o sin floculación:** materias grasas, flotantes (grasas, hidrocarburos alifáticos, alquitranes, aceites orgánicos, etc.).
- Materias sólidas en suspensión (arenas, óxidos, hidróxidos, pigmentos, azufre coloidal, látex, fibras, etc.).

- **Elementos orgánicos separables por adsorción:** colorantes, detergentes, compuestos macromoleculares diversos, compuestos fenolados.
- **Elementos separables por precipitación:** metales tóxicos o no, Fe, Cu, Zn, Ni, Be, Ti, Al, Pb, Hg, Cr, precipitables en una cierta zona de PH; sulfitos, fosfatos, sulfatos, fluoruros, por adición de  $\text{Ca}^{2+}$ .
- **Elementos que pueden precipitar en forma de sales insolubles de hierro o de complejos:** sulfuros, fosfatos, cianuros, sulfocianuros.
- **Elementos separables por desgasificación o *stripping*:**  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{NH}_4$ , alcoholes, fenoles y sulfuros.
- **Elementos que necesitan una reacción de oxidación-reducción:** cianuros, cromo hexavalente, sulfuros, cromo, nitrito.
- **Ácidos y bases:** ácido clorhídrico, nítrico, sulfúrico y fluorhídrico; bases diversas.
- **Elementos que pueden concentrarse por intercambio iónico o por ósmosis inversa:** radionucleidos tales como iodo, Mo, Cs; sales de ácidos y de bases fuertes; compuestos orgánicos ionizados (intercambio iónico) o no (osmosis inversa).
- **Elementos que se adaptan a un tratamiento biológico:** todos los elementos biodegradables por definición; por ejemplo, azúcares, proteínas, fenoles. Los tratamientos biológicos pueden aplicarse también, después de su aclimatación, a compuestos orgánicos tales como el formol, la anilina y ciertos detergentes. (pág. 1)

Para la Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (2003) se pueden enunciar varias fuentes de contaminación atendiendo aquellas que resultan de la acción del hombre, dejando de lado las naturales, por ser de escasa relevancia. En general están originadas en diversos tipos de desagües y eventuales des-cargas sólidas. Entre los primeros tenemos principalmente los desagües cloacales, pluviales, industriales, de temperatura elevada, provenientes de la explotación del petróleo y sus derivados, provenientes de explotaciones agropecuarias, originados en las actividades vinculadas al uso de elementos radiactivos, etc. (pág. 1)

#### ***1.6.1.1. Desagües cloacales en las lubrilavadoras***

Para la Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (2003) constituyen una de las causas más graves de contaminación de las aguas, por su contenido de materia orgánica, microorganismos patógenos, detergentes, etc. La evacuación de estos desagües en los cursos de agua sin tratamiento previo, puede originar graves perjuicios, en especial la descomposición de la materia orgánica por acción bacteriana previa a la disminución del oxígeno disuelto, pudiendo llegar inclusive a su anulación (pág. 1)

#### ***1.6.1.2. Desagües pluviales en las lubrilavadoras***

Para la Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (2003) los desagües pluviales no son suficientemente tenidos en cuenta al analizar las causas de contaminación de las aguas, no obstante que los mismos pueden ser peli-grosos. Las aguas de lluvia arrastran los elementos contaminantes presentes en la atmósfera y especialmente sustancias minerales y residuos de origen animal y vegetal acumulados en los techos, azoteas, patios, veredas y calles. (pág. 1)

#### ***1.6.1.3. Desagües industriales en las lubrilavadoras***

Para la Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (2003) Conjuntamente con los desagües cloacales, constituyen la causa predominante de contaminación de las aguas. Es muy difícil definir las características de los desagües industriales, dado que presentan la particularidad de su gran variedad en cuanto a naturaleza, y cantidad de residuos producidos, verificándose notorias diferencias según los tipos de industrias, concepto que incluye a las similares, ya que depende de la modalidad del proceso fabril desarrollado. (pág. 1)

#### ***1.6.1.4. Desagües a temperatura elevada en las lubrilavadoras***

Para la Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (2003) Constituye una forma de contaminación de las aguas que han comenzado a crear preocupación en los últimos años y que se designa como contaminación térmica. La temperatura elevada en un curso de agua, determina la clase de peces que pueden vivir y reproducirse, ya que dicho factor gobierna la cantidad de oxígeno disuelto disponible. Además tiene otro efecto negativo importante, ya que el oxígeno se combina más rápidamente con los desechos orgánicos a medida que aumenta la temperatura del agua, pudiendo llegar a desaparecer totalmente. (pág. 1)

#### ***1.6.1.5. Desagües provenientes de la explotación y transporte del petróleo y sus derivados en las lubrilavadoras***

Para la Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (2003) esta causa de contaminación reconoce su origen en pérdidas accidentales y en la falta de cuidado en el manipuleo del petróleo y sus derivados, como también en los derrames provocados por los barcos que transportan el producto y que realizan las operaciones de trasvase, descarga de lastres o limpieza de sus cisternas. El petróleo o sus derivados presentes en los cuerpos agua, no sólo es objetable desde el punto de vista estético y por los daños producidos a las playas y riberas, sino por la delgada película que forma al extenderse sobre la superficie, impidiendo la recuperación y la correspondiente incorporación de oxígeno necesaria para los procesos de autodepuración. (pág. 1)

#### ***1.6.1.6. Desagües originados en las actividades vinculadas al uso de elementos radiactivos en las lubrilavadoras***

Para la Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (2003) es un problema que pasa a tener vigencia paulatinamente y a medida que adquiere desarrollo este género de actividades. (pág. 1)

#### ***1.6.1.7. Desagües provenientes de explotaciones agrícolas en las lubrilavadoras***

Para la Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (2003) esta causa de contaminación se refiere especialmente a los cambios de calidad de las aguas utilizadas con fines agrícolas. (pág. 1)

#### ***1.6.1.8. Descargas sólidas en las lubrilavadoras***

Para la Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (2003) esta forma de contaminación se produce por las descargas directas de residuos sólidos, ya sean domésticos o industriales a los curso de agua. Los efectos de la contaminación de las aguas se pueden considerar analizando algunos aspectos vinculados con los distintos usos de las aguas. (pág. 1)

#### **1.6.2. Características de los efluentes en las lubrilavadoras**

Para la (Página Web Textos científicos, 2005), la buena definición de una estación de tratamiento de aguas residuales, es necesario disponer de los siguientes datos, cuidadosamente establecidos:

- Volúmenes diarios;
- Caudales horarios mínimo y máximo;
- Composición del agua de aportación a la fábrica;
- Fabricaciones continuas, discontinuas;
- Importancia y periodicidad de las puntas de contaminación;
- Posibilidad de separación de circuitos;
- Posibilidades de tratamientos o de recirculaciones locales o parciales;
- Contaminaciones secundarias, incluso débiles u ocasionales, que puedan afectar seriamente al funcionamiento de ciertos órganos de los equipos de tratamiento (colas, alquitranes, fibras, aceites, arenas, etc.). (pág. 1)

### **1.6.3. Tratamiento de los efluentes en las lubrilavadoras**

En función de datos proporcionados por la página web Estructplan.com.ar(2009) es el conjunto de los procesos destinados a alterar las propiedades o la composición física, química o biológica de los efluentes líquidos, de manera que se transformen en vertidos inocuos más seguros para su transporte, capaces de recuperación y almacenaje, o más reducidos en volumen. (pág. 1)

#### ***1.6.3.1. Tratamiento primario o físico – químico en las lubrilavadoras***

Para el Sistema Nacional de Información Ambiental - SINIA de Perú(2009) se considera como unidad de tratamiento primario a todo sistema que permite remover material en suspensión, excepto material coloidal o sustancias disueltas presentes en el agua. Así, la remoción del tratamiento primario permite quitar entre el 60 a 70% de sólidos suspendidos totales y hasta un 30% de la DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) orgánica sedimentable presente en el agua residual. Es común en zonas rurales el empleo del tanque séptico como unidad de tratamiento primario con disposición final por infiltración. El tanque Imhoff ha sido empleado en localidades de mediano tamaño como un buen sistema de tratamiento primario. También se emplea tanques de sedimentación primaria, tanques de flotación y lagunas primarias en sistemas de lagunas de estabilización. Una reciente investigación en Brasil ha encontrado al Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente (RAFA o también conocido como UASB por sus siglas en inglés) como un sistema que puede ser promovido como unidad primaria de tratamiento.

Aunque esto desvirtúa el concepto tradicional del tratamiento UASB, que ha sido considerado de nivel secundario, su inclusión en los procesos de tratamiento como unidad primaria ha tenido resultados positivos, coincidiendo con el enfoque de ecoeficiencia sobre la mejora en la eficiencia de los procesos, por lo que resulta una opción innovadora que será descrita más adelante. (pág. 20)

### ***1.6.3.2. Tratamientos terciarios en las lubrilavadoras***

Para el Sistema Nacional de Información Ambiental - SINIA de Perú(2009) la necesidad de implementar un tratamiento terciario depende de la disposición final que se pretenda dar a las aguas residuales tratadas. El tratamiento de nivel terciario tiene como objetivo lograr fundamentalmente la remoción de nutrientes como nitrógeno y fósforo. Usualmente, la finalidad del tratamiento de nivel terciario es evitar que la descarga del agua residual, tratada previamente, ocasione la eutroficación o crecimiento generalizado de algas en lagos, lagunas o cuerpos de agua de baja circulación, ya que ello desencadena el consumo de oxígeno disuelto con los consecuentes impactos sobre la vida acuática del cuerpo de agua receptor. El uso del efluente de plantas de tratamiento de nivel terciario puede aplicarse al riego de áreas agrícolas, la crianza de peces y otras actividades productivas. El efluente del tratamiento terciario también puede tener algunos usos especiales, como la recarga de acuíferos, agua para uso industrial, etc. Los procesos más usados son la precipitación química de nutrientes, procesos de filtración, destilación, flotación, ósmosis inversa, entre otros. (págs. 20 - 21)

### ***1.6.3.3. Fangos industriales en las lubrilavadoras***

Según Tchobanoglous & Burton (1996) el tratamiento de fangos están: Concebidos para el tratamiento de la fracción líquida del agua residual. No obstante, en el proyecto de las plantas de tratamiento, el tratamiento de los fangos obtenidos del agua residual tiene un papel de igual o mayor importancia. Es por ello que también es preciso conocer los métodos, procesos y operaciones unitarias que se emplean para tratar los fangos. (pág. 147)

## **CAPÍTULO II**

### **DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. Investigación bibliográfica documental**

La técnica documental se empleó para conceptualizar el tema de estudio, y todos los temas relacionados con los mismos, en base a conceptos de varios autores, ayuda a la recolección de información para establecer las teorías de autores obtenidas libros, manuales, revistas técnicas donde se trata el tema de lubricantes y aguas residuales.

##### **2.1.2. Investigación de campo**

Permite la observación en contacto directo con el problema de contaminación de la lubricadoras, de esta se obtuvo fotografías que muestran el nivel de contaminación, además con la recolección de criterios de quienes están inmersos, que permitan cotejar la teoría con la práctica en búsqueda un análisis real y objetivo del tema, realizar el análisis del tipo de contaminantes que se presentan en el agua por los desechos que arroja la lubrilavadoras, estableciendo la situación actual del problema corroborando las causales con quienes se encuentran involucrados.

En el protocolo de muestreo de aguas esta investigación se aplicó en las vivitas in situ para la recolección de muestras así como también la evidencia de hechos de una manera ordenada y lógica.

## **2.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN**

### **2.2.1. Investigación descriptiva**

El tipo de investigación utilizada es la descriptiva porque abarca la descripción, y análisis de la situación del problema, el cual se registra, e interpreta en función de los resultados obtenidos en la etapa de recolección de datos.

## **2.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS**

### **2.3.1. Métodos**

#### ***2.3.1.1. Método Inductivo***

Mediante este método podemos realizar un análisis ordenado, coherente y lógico de la investigación y determinar un diagnóstico real y determinar las posibles soluciones a la problemática actual en los aspectos ambientales.

Dentro del estudio realizado se aplicó este método partiendo del análisis de las fases y subfases que conlleva el proceso de la lubrilavadora y así determinar la situación actual con que se presentan cada una de los imput.

#### ***2.3.1.2. Método Analítico***

Este método facilitó conocer los contaminantes y las cantidades de los mismos que estén presentes en los vertidos de la lubrilavadora, y de esta manera nos proporcionara la información necesaria para elaborar diagnóstico de los contaminantes ambientales negativos que nos enfoque a la realidad de sitio.

### ***2.3.1.3. Método de muestreo***

Este método se utilizó para identificar los puntos de muestreo para la caracterización de agua y posterior análisis en el laboratorio, la misma que se realizó de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2176:98, así como también la norma NTE INEN 2169:98 en donde se especifica el manejo y conservación de las muestras tomadas en el lugar de estudio.

### **2.3.2. Técnicas**

#### ***2.3.2.1. Observación Directa***

La observación In-situ ayudó a realizar varias visitas al lugar donde está ubicado el sistema de alcantarillado del Cantón Saquisilí, para recoger la información necesaria y elaborar un diagnóstico que nos conduzcan a identificar la realidad actual.

## **2.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

### **2.4.1. Método aplicado en la toma de muestra**

De las investigaciones efectuadas se conoce que para poder determinar con mayor precisión las características del contaminante se debe realizar el TEST TCLP, (TOXICITY CHARACTERISTICS LEACHING PROCEDURES) "es el método que nos permite conocer si el desecho es peligroso o no para poder asignar su disposición final". Esta prueba indica que si uno de los componentes del contaminante rebasa los límites máximos permisibles automáticamente es considerado un desecho peligroso.

#### ***2.4.1.2. Recolección de datos***

Para la recolección de datos se siguió los siguientes pasos:

- A. Se recolecto información vital sobre el problema de estudio, mediante la observación, utilizando una ficha donde se identificó el lugar.
- B. Posteriormente se recogieron las muestras del agua para llevarlas al laboratorio.
- C. Esos datos fueron entregados y luego evaluados y comparados con los valores normales estableciéndose el nivel de contaminación
- D. Se interpretaron finalmente los resultados obtenidos.

#### ***2.4.1.3. Recursos de investigación***

A continuación se detalla los materiales y equipos utilizados en el presente estudio:

##### **Talento Humano**

- Sabina Toapanta  
Postulante
- Ing. Oscar Daza  
Director de tesis
- Sr. Luis Balladares  
Gerente propietario de la lubrilavadora

##### **Recursos técnicos**

- Servicio de Internet
- Horas trabajadas en el proyecto
- Computadora
- Libros
- Análisis de agua al inicio y al final del proceso.
- Análisis de agua al final del proceso de tratamiento en la planta a escala.

### Recursos materiales

- Material de escritorio
- Cámara digital
- Cronómetro
- Guantes
- Probeta
- Recipiente graduado de 20 litros
- Envase de vidrio color ámbar y de plástico estéril (1000 ml)
- Implementación a escala del sistema
- Impresión y encuadernación

### Otros recursos

- Transporte
- Alimentación

#### 2.4.1.4. Presupuesto del proyecto

Tabla N° 6: Presupuesto Necesario Del Proyecto

<b>RECURSOS TÉCNICOS</b>	<b>DÓLARES</b>
Servicio de Internet	60
Horas trabajadas en el proyecto	350
Computadora	60
Libros	50
Análisis de agua al inicio y al final del proceso.	240
Análisis de agua al final del proceso de tratamiento en la planta a escala.	120
<b>RECURSOS MATERIALES</b>	<b>DÓLARES</b>
Material de escritorio	50
Cámara digital	200
Cronómetro	30
Guantes	10
Probeta	20
Recipiente graduado de 20 litros	10
Envase de vidrio color ámbar y de plástico estéril (1000 ml)	10
Implementación a escala del sistema	150
Impresión y encuadernación	50
<b>OTROS RECURSOS</b>	<b>DÓLARES</b>

<b>Transporte</b>	100
<b>Alimentación</b>	60
SUBTOTAL	1570
<b>Inflación anual 4 %</b>	62,8
TOTAL	1632,8

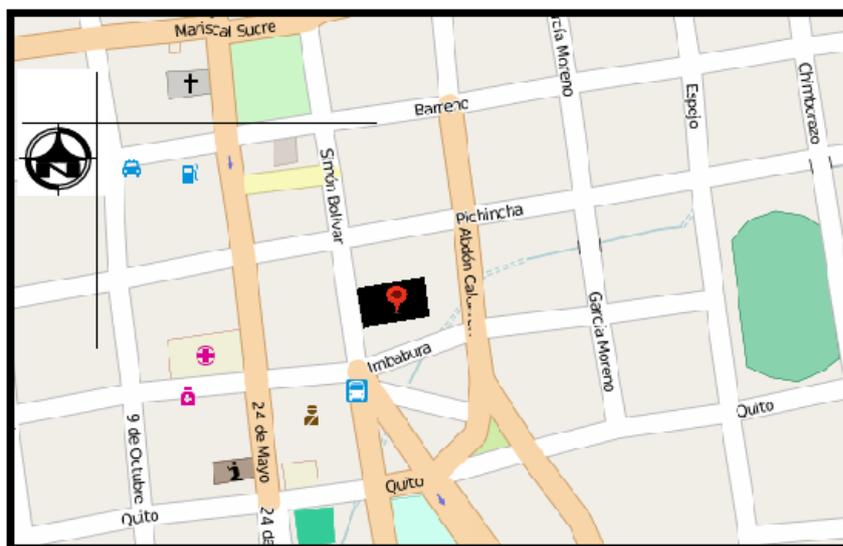
**Elaborado por:** La Autora

## 2.5. DIAGNOSTICO SITUACIONAL DEL PROBLEMA

### 2.5.1. Lugar de la investigación.

La presente investigación se llevó a cabo en la Lubrilavadora Reina De Las Lajas, este establecimiento se encuentra ubicado en la calle Simón Bolívar, entre las calles Pichincha e Imbabura, Cantón Saquisilí, Provincia de Cotopaxi. Sus coordenadas son: Latitud : -0.8412 S y Longitud: -78.6651 W.

**Gráfico N° 1: Localización del área de estudios**



**UBICACIÓN**

**Elaborado por:** La Autora

Fotografía N° 1: Vista panorámica del Cantón Saquisilí.



**Tomado de:** Área de estudio

Fotografía N° 2: Área de estudio 1



**Tomado de:** Área de estudio

Fotografía N° 3: Área de estudio 2



**Tomado de:** Área de estudio

Fotografía N° 4: Área de estudio 2



**Tomado de:** Área de estudio

Fotografía N° 5: Área de estudio 3



**Tomado de:** Área de estudio

Fotografía N° 6: Aguas contaminadas recolectadas en el sistema de alcantarillado del Cantón Saquisilí.



**Tomado de:** Área de estudio

La lubrilavadora consta con las siguientes secciones, distribuidas de la siguiente manera:

### **2.5.2. Área administrativa y operativa.**

Cuenta con:

- 1 oficina
- 1 almacén
- 1 bodega
- 1 sala de espera
- 1 batería sanitaria
- 1 cuarto de bombas

### **Área de influencia directa.**

Conciernen el área donde se encuentran las rampas y donde se prevé construir la planta de tratamiento de agua utilizada en el proceso.

## **2.6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE LA EMPRESA**

El proceso de lavado de automotores en el Cantón Saquisilí se lo realiza en la lubrilavadora Reina De Las Lajas, con el siguiente procedimiento:

**Ingreso del automotor hacia los patios del lugar.** El usuario llega a las instalaciones de la lubrilavadora a solicitar el servicio. (Ver gráfico8). Se tiene una media de 12 vehículos por día los que requieren del servicio, generando alrededor de 3600 litros de agua contaminada, más las aguas lluvias.

Fotografía N° 7: Fachada del establecimiento



**Tomado de:** Área de estudio

**Evaluación del servicio a prestarse.** Se evalúa el servicio requerido que puede ser: lavado, pulverizado, engrasado, cambio de aceite y filtro del motor.

**Ingreso a la rampa de lavado.** Con el servicio solicitado se ingresa a la rampa para iniciar el proceso propiamente dicho. (Ver gráfico9).

Fotografía N° 8: Rampas para el ingreso de vehículos



**Tomado de:** Área de estudio

**Cambio de filtro y aceite del motor.** Consiste en retirar el filtro y recoger el aceite lubricante en un recipiente seguro para luego dar el tratamiento adecuado a este. Una vez drenado todo el aceite usado, se procede al cambio del filtro de aceite y posteriormente se pone el aceite lubricante nuevo. El filtro que se cambia es un residuo sólido contaminado pero se lo trata como un desecho que no contamina y se lo envía en el recolector de basura por falta de políticas ambientales para el manejo de estos desechos. El aceite usado se lo almacena en tanques inapropiados para ser utilizado en el proceso de pulverización o vendido.

**Limpieza del filtro de aire del motor.** Se procede a sacar el filtro de aire, el mismo que se lo limpia con aire a presión, generando una contaminación del aire con partículas de polvo.

**Limpieza en seco de la cabina del automotor.** Se realiza la limpieza de los asientos y el piso en el interior de la cabina, retirando con aire a presión y una aspiradora los residuos sólidos como arenas que se encuentran en el interior. (Ver gráfico 10).

Fotografía N° 9: Rampas para el ingreso de vehículos



**Tomado de:** Área de estudio

**Limpieza del motor.** La limpieza del motor se la realiza preparando en un recipiente 3 galones una mezcla de aceite usado con agua y detergente, con un trapo y agua a presión se remueve las suciedades impregnadas exteriormente en el motor. Aquí se generan contaminantes que se mezclan con el agua y van al sistema de drenaje.

**Limpieza de la carrocería (interna y externa).** Con una solución de agua con detergente se pasa un trapo por toda la carrocería y luego se la remueve con agua a presión (Ver gráfico 11), esto es interna y externamente. Los residuos generados van directo al sistema de drenaje.

Fotografía N° 10: Lavado con detergente y agua a presión



**Tomado de:** Área de estudio

**Limpieza de la parte inferior del automotor.** Con agua a presión y con la mezcla anteriormente preparada se limpia las latas y toda la parte inferior del automotor.

**Pulverizado.** Para conservar un aspecto de limpieza de la parte inferior de automotor, le rocían con aceite quemado o diésel (Ver gráfico12), lo que agrava más el problema de la contaminación pues los residuos de este van directamente a la atmósfera y al sistema de alcantarillado.

Fotografía N° 11: Pulverizado del vehículo



**Tomado de:** Área de estudio

**Engrasado.** El último paso a realizar sobre la rampa es el engrasado de las partes móviles como las crucetas, rodamientos, ruedas; a través de unos elementos especiales llamadas graseros (Ver gráfico13).

Fotografía N° 12: Rampas para el ingreso de vehículos



**Tomado de:** Área de estudio

**Secado.** En este paso, con franelas secan el agua que se encuentra en forma de gotas en el automotor, además se seca los vidrios con papel de comercio, originando más desechos contaminados.

**Fin del proceso.** Finalmente el proceso ha terminado no sin antes haber generado una gran cantidad de elementos contaminantes como aceites usados, filtros, detergente, papel

## **2.7. PRUEBAS Y ANÁLISIS DE LAS AGUAS DEL PROCESO**

### **2.7.1. Toma de muestra**

Para determinar la cantidad y tipos de contaminantes que se eliminan en el agua del proceso que realiza la lubricadora Reina De Las Lajas, al sistema de alcantarillado en la ciudad de Saquisilí, se procede tomando una muestra de 2 litros de esta agua en un envase apropiado para luego ser refrigerado y transportado al laboratorio para su análisis, esta muestra se la toma en el proceso a plena carga.

El análisis posterior de la muestra se realizó utilizando métodos apropiados para cada uno de los elementos investigados como son:

- Detergentes Método “COLORÍMETRO HACH”
- pH Método “APHA4500 H’ B”
- Aceites y grasas Método “APHA5520 B”
- DBO<sub>5</sub> Método “APHA5210 B”
- DQO Método “APHA5220 C”
- Sólidos en suspensión Método “APHA2540 D”
- Color Método “APHA2120 C”
- TPH Infrarrojo Método “EPA418.1”
- Plomo, cobre, cadmio, aluminio Método “APHA5311 B”
- Mercurio Método “APHA3112 B”
- Temperatura Método “APHA2550 B”

### 2.7.2. Resultado de análisis químico e interpretación

Se realiza el análisis de los datos emitidos por el LABORATORIO DE QUÍMICA AMBIENTAL de la Universidad Central del Ecuador. (Tabla 8.)

Tabla N° 7: Resultados de laboratorio

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
DETERGENTES	mg/l	0,138	COLORÍMETRO HACH
Ph		7.4	APHA4500 H*B
ACEITES Y GRASAS	mg/l	66	APHA5520 B
DBO <sub>5</sub>	mg O <sub>2</sub> /l	618.14	APHA5210 B
DQO	mg O <sub>2</sub> /l	1627	APHA5220 C
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	6200	APHA2548 D
*COLOR	HAZEN	2100	APHA2120 C
TPH INFRAROJO	mg/l	1.57	EPA 418.1
PLOMO	mg/l	<0.09	APHA3111 B
COBRE	mg/l	0.24	APHA3111 B
CADMIO	mg/l	<0.02	APHA3111 B
ALUMINIO	mg/l	41.03	APHA3111 B
MERCURIO	µg/l	<0.26	APHA3112 B
TEMPERATURA	°C	< 19.4	APHA2550 B

**Tomado de:** Laboratorio de la Universidad Central del Ecuador

Con los parámetros obtenidos de la **NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA** (Tabla 9); “La presente norma técnica ambiental es dictada bajo el amparo de la Ley de Gestión Ambiental y del Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental y se somete a las disposiciones de éstos, es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional ecuatoriano”.

La presente norma técnica determina o establece:

- Los límites permisibles, disposiciones y prohibiciones para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado;
- Los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos; y,
- Métodos y procedimientos para determinar la presencia de contaminantes en el agua.

Tabla N° 8: Límites de descarga al sistema de alcantarillado público

<b>ACEITES Y GRASAS</b>	<b>Solubles en hexano</b>	<b>mg/l</b>	<b>100</b>
ALUMINIO	Al	mg/l	5
ARSÉNICO TOTAL	As	mg/l	0,1
BARIO	Ba	mg/l	5
CADMIO	Cd	mg/l	0,02
CARBONATOS	CO <sub>3</sub>	mg/l	0,1
CIANURO TOTAL	CN <sup>-</sup>	mg/l	1
COBALTO TOTAL	Co	mg/l	0,5
COBRE	Cu	mg/l	1
CLOROFORMO	Extracto carbón cloroformo (ECC)	mg/l	0,1
CLORO ACTIVO	Cl	mg/l	0,5
CROMO HEXAVALENTE	Cr <sup>+6</sup>	mg/l	0,5
COMPUESTOS FENÓLICOS	Expresado como fenol	mg/l	0,2
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (5 DÍAS)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg/l	250
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	D.Q.O.	mg/l	500

FÓSFORO TOTAL	P	mg/l	15
HIERRO TOTAL	Fe	mg/l	25
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO	TPH	mg/l	20
MANGANESO TOTAL	Mn	mg/l	10
MATERIA FLOTANTE	Visible		Ausencia
MERCURIO (TOTAL)	Hg	mg/l	0,01
NÍQUEL	Ni	mg/l	2
NITRÓGENO TOTAL	N	mg/l	40
PLATA	Ag	mg/l	0,5
PLOMO	Pb	mg/l	0,5
POTENCIAL DE HIDRÓGENO	Ph		05-Sept
SÓLIDOS SEDIMENTABLES		ml/l	20
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES		mg/l	220
SÓLIDOS TOTALES		mg/l	1 600
SULFATOS	SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>	mg/l	400
SULFUROS	S	mg/l	1
TEMPERATURA	°C		< 40

**Elaborado por:** La Autora

Considerando que los elementos encontrados en la muestra de agua descargada al sistema de alcantarillado, son considerados tóxicos, cuando se encuentran superiores al límite máximo permisible determinados por la ley que los rige; de acuerdo a los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio, indican que este compuesto no cumple con todos los parámetros permitidos para la descarga (Tabla 9).

Tabla N° 9: Comparación de límites permisibles y resultados de laboratorio

PARÁMETROS	EXPRESADO COMO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	RESULTADO DE ANÁLISIS LABORATORIO	CUMPLE CON PARÁMETROS
DETERGENTES		mg /l		0,138	
PH			6.5 – 7.5	7.4	SI
ACEITES Y GRASAS	Sustancias solubles en hexano	mg/l	100	66	SI
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg O <sub>2</sub> /l	250	618.14	NO
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	D.Q.O.	mg O <sub>2</sub> /l	500	1627	NO
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES		mg/l	220	6200	NO
COLOR		Hazen	2100		
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO	TPH	mg/l	20	1.57	SI
PLOMO	Pb	mg/l	0,5	<0.09	SI
COBRE	Cu	mg/l	1,0	0.24	SI
CADMIO	Cd	mg/l	0,02	<0.02	SI
ALUMINIO	Al	mg/l	5,0	41.03	NO
MERCURIO (TOTAL)	Hg	µg/l	10	<0.26 µg/l	SI
TEMPERATURA	°C	°C	< 40	< 19.4	SI

**Elaborado por:** La Autora

Por lo tanto, después de realizadas las comparaciones pertinentes se considera a este compuesto como tóxico en función de su composición, basado en el siguiente cuadro comparativo.

## **CAPÍTULO III**

### **PROPUESTA DE UN DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES**

#### **3.1. PROBLEMÁTICA**

El principal problema que se encontró en este proceso, es que todos los vertidos generados son directamente drenados al sistema de alcantarillado.

Luego de su uso, el aceite lubricante adopta concentraciones elevadas de metales pesados causadas sobre todo por el deterioro del motor o maquinaria que se lubricó. La presencia de solventes clorados y altas concentraciones de algunos metales pesados forma la principal preocupación de los aceites usados. Estos sufren una descomposición después de cumplir con su ciclo de operación, por lo cual deben reemplazarse.

Todo residuo o desecho que pueda causar perjuicio a la salud o al ambiente siendo un residuo peligroso, por lo cual se optan en establecer medidas para la reducción al máximo la generación de los mismos, así también se determinaran estrategias para su manejo y eliminación.

#### **3.2. JUSTIFICACIÓN**

Con el fin de minimizar la contaminación que se está generando se diseña a continuación un sistema de trampas en los cuales se pretende separar los sólidos del agua del proceso, así como los aceites y grasas que se encuentran mezcladas con el agua.

El tratamiento beneficia en primer lugar en ahorrar agua, que ayudará a la empresa a gestionar sus recursos y gastos productivos, también al medio ambiente al

permitiendo descargar al sistema de alcantarillado el agua los contaminantes bajo parámetros técnicos normalizados.

El fin es reducir el costo del proceso del lavado de vehículos, así como también cuidar los recursos naturales del sector, el agua utiliza, y prevenir su contaminación, y el impacto de la misma, que ha sido un problema constante en la lubrilavadora, en función de parámetros técnicos, pruebas necesarias siendo factible porque su costo es reducido, y de rápida reposición de la inversión por las ventajas a corto plazo que brinda.

### **3.3. OBJETIVOS**

#### **3.3.1 Objetivo General**

- Diseñar una propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la lubrilavadora Reina de las Lajas ubicada en el barrio centro del Cantón Saquisilí.

#### **3.3.2 Objetivos específicos**

- Identificar la metodología adecuada para la elaboración del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Elaborar el diseño de la planta de tratamiento de agua tomando las bases técnicas y datos obtenidos en el lugar de estudio.

### **3.4 METODOLOGÍA**

#### **3.4.1. Métodos y técnicas**

##### ***3.4.1.1. Método explicativo***

Este método se aplicó a partir de los hechos y la relación causa – efecto en el proceso de lubrilavadora y los efectos negativos que conlleva esta actividad en el factor agua y a partir de esta problemática diseñar el sistema de tratamiento de agua.

### 3.4.1.2. Método descriptivo

Este método permitió describir el área de estudio de una sistemática y ordenada y a partir de esto realizar el diseño de la Planta de Tratamiento de agua, describiendo cada una de sus fases así como componentes que conllevan el diseño.

## 3.5. ANÁLISIS Y DETERMINACIÓN DE LOS CONTAMINANTES

En la tabla 10, se tiene los resultados de los distintos contaminantes que no cumplen con la norma vigente para la descarga de agua generada en el proceso de lavado de vehículos al sistema de alcantarillado de la ciudad de Saquisilí.

Tabla N° 10: Contaminantes que no cumplen con límites permisibles de descarga al sistema de alcantarillado

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible	Resultado de análisis laboratorio	Cumple con parámetros
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	D.B.O5.	mg O2/l	250	618.14	NO
Demanda química de oxígeno	D.Q.O.	mg O2/l	500	1627	NO
Sólidos suspendidos totales		mg/l	220	6200	NO
ALUMINIO	Al	mg/l	5,0	41.03	NO

**Fuente:** Texto Unificado de Legislación Ambiental

### 3.5.1. Características de los efluentes

Para el diseño e implementación a escala de la estación de tratamiento de aguas residuales generadas en el proceso de lavado de vehículos, es necesario disponer de los siguientes datos tomados directamente del sistema que está operando actualmente.

- **Datos de generación de vertidos:**

Se tiene 3 líneas de descarga de agua a presión

- Caudal mínimo de consumo de agua a presión por línea:

$$\text{Caudal mínimo} = 0.4 \text{ l/s lt / s}$$

- Caudal máximo de consumo de agua a presión por tres líneas:

$$\text{Caudal máximo} = (0.4 \text{ l / s. x 3 líneas}) = 1.2 \text{ l / s.}$$

- Tiempo promedio de caudal máximo por vehículo.

$$T \text{ (minutos)} = 15 \text{ minutos}$$

- Volumen mínimo del sistema es:

$$V \text{ mínimo} = (0.4 \text{ l/s. X 15 min x 60 s.}) = 360 \text{ l agua}$$

- Volumen máximo a plena carga del sistema es:

$$V \text{ máximo} = (1.2 \text{ l/s. X 15 min x 60 s.}) = 1080 \text{ l agua contaminada.}$$

- Volumen total del sistema por día es:

$$V \text{ total por día} = (1080 \text{ l x 3 turnos por rampa}) = 3240 \text{ l agua contaminada.}$$

El caudal total estimado a tratarse en el sistema corresponde a un promedio de 12 vehículos por día, ingresando 3 vehículos en 3 turnos.

El Caudal a tratar en este sistema a escala es 1 : 1000 litros

- **Datos de generación de desechos sólidos y líquidos:**

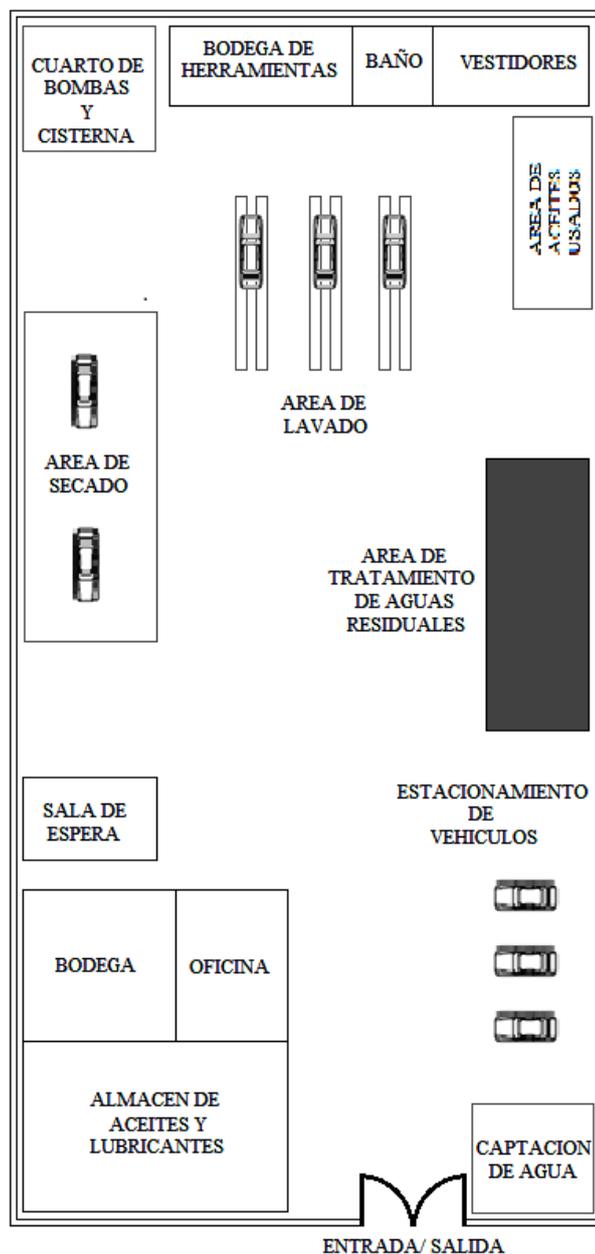
En el proceso se generan residuos sólidos contaminados como papel, trapos, lodos, polvo, envases plásticos y filtros usados.

Residuos líquidos como aceite usado en un promedio de 40 litros por día (aproximadamente 10 galones), diesel y gasolina en pequeñas proporciones, aditivos y agua contaminada con aceites y grasas lubricantes.

### 3.6. DISTRIBUCIÓN DE ÁREAS OPERATIVAS Y ADMINISTRATIVAS

Las instalaciones están distribuidas de la siguiente manera:

Gráfico N° 2: Distribución de áreas operativas y administrativas



Elaborado por: La Autora

Pozo de Captación de Agua (PA 1)

Profundidad: 3 metros

Diámetro: 1 metro

Bomba de Agua – Baja Presión (B1)

Voltaje de alimentación (trifásica) = 220 Voltios

Potencia = 3 / 4 Hp

Tanque Reservoirio (TR1)

Capacidad = 4000 litros

Bomba de Agua – Alta Presión (B2)

Voltaje de alimentación (trifásica) = 220 Voltios

Potencia = 3 / 4 Hp

Compresor (CA 1)

Voltaje de alimentación = 220 Voltios

Potencia = 1 Hp

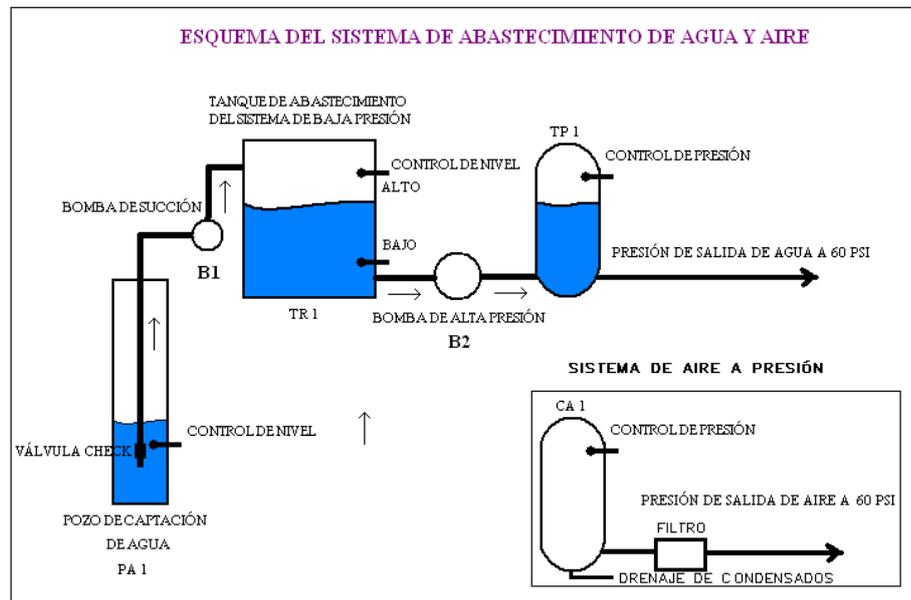
Presión = 60 PSI

Tanque reservorio de presión (TP 1)

Capacidad = 500 litros

Presión máxima = 100 PSI

Gráfico N° 3: Esquema del abastecimiento de agua y aire al sistema



Elaborado por: La Autora

### **3.7. CENTRO DE TRATAMIENTO DE VERTIDOS DE LA LUBRILAVADORA**

#### **Datos de generación de vertidos:**

Se tiene 3 líneas de descarga de agua a presión

- Caudal mínimo de consumo de agua a presión por línea:

$$\text{Caudal mínimo} = 0.4 \text{ litros / s}$$

- Caudal máximo de consumo de agua a presión por tres líneas:

$$\text{Caudal máximo} = (0.4 \text{ l / s.} \times 3 \text{ líneas}) = 1.2 \text{ l / s.}$$

- Tiempo promedio de caudal máximo por vehículo.

$$T (\text{minutos}) = 15 \text{ minutos}$$

- Volumen mínimo del sistema es:

$$V \text{ mínimo} = (0.4 \text{ l/s.} \times 15 \text{ min} \times 60 \text{ s.}) = 360 \text{ l agua}$$

- Volumen máximo a plena carga del sistema es:

$$V \text{ máximo} = (1.2 \text{ l/s.} \times 15 \text{ min} \times 60 \text{ s.}) = 1080 \text{ l agua contaminada.}$$

- Volumen total del sistema por día es:

$$V \text{ total por día} = (1080 \text{ l} \times 3 \text{ turnos por rampa}) = 3240 \text{ l agua contaminada.}$$

El caudal total estimado a tratarse en el sistema corresponde a un promedio de 12 vehículos por día, ingresando 3 vehículos en 3 turnos.

### **3.8. MÉTODOS Y TÉCNICAS PARA EL TRATAMIENTO DE VERTIDOS EN LA LUBRILAVADORA**

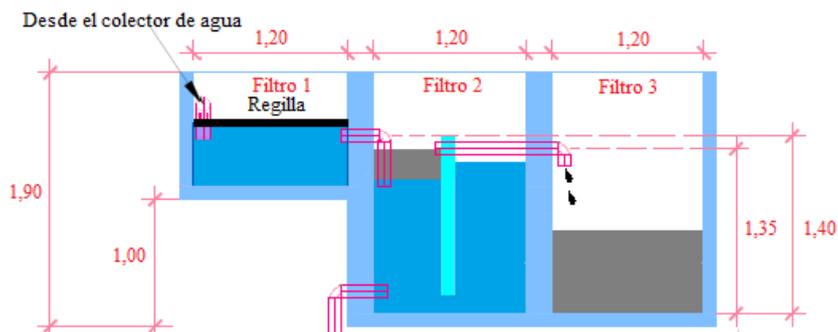
#### **3.8.1. Proceso en el centro de tratamiento para vertidos en la lubrilavadora**

El agua contaminada por aceites, grasas lubricantes y otros que se genera en el proceso llega por el sistema de drenaje hacia el primer tanque Filtro 1, en donde se retiene los elementos más grandes mediante una rejilla.

Posteriormente se llega al segundo tanque Filtro 2, la mezcla se separa por el método primario de decantación, en este tanque empieza a separarse de acuerdo a la densidad en aceite y grasa los cuales son conducidos al Filtro 3, el agua y sólidos

en suspensión son conducidos al Filtro 4, en esta etapa del proceso al agua con sólidos en suspensión se le agrega coagulante mezclándolo fuertemente para formar coágulos, seguidamente se le añade floculante mezclándolo lentamente, al formar flóculos estos se precipitan al fondo.

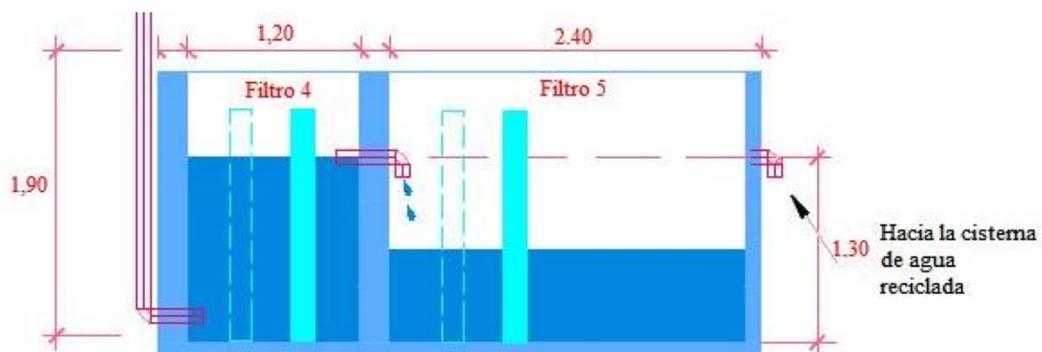
Gráfico N° 4: Tanques del tratamiento primario



**Elaborado por:** La Autora

Luego de este proceso se conduce al Filtro 5 en donde una bomba de aire oxigena el agua e influye directamente en el DBQ y DBO, luego de este proceso el agua es conducida a la cisterna de agua reciclada para ser reutilizada o descargada al sistema de alcantarillado pues ya cumple con los requisitos técnicos para este fin.

Gráfico N° 5: Tanques del tratamiento primario



**Elaborado por:** La Autora

El lodo que se sedimenta pasa al digestor de lodos.

El sumidero Filtro 3, tiene la función de recibir directamente todos los aceites y los residuos que contienen los filtros de aceite que son cambiados en el proceso de mantenimiento. .

En cuanto a los sólidos generados como son los filtros, papel, trapos son depositados en recipientes adecuados para luego tratarse como desecho contaminado.

### **3.8.2. Medidas complementarias para Tratamiento primario de los efluentes**

El agua contaminada por aceites, grasas lubricantes y otros sólidos que se genera en el proceso, llega por el sistema de drenaje de agua del proceso (Gráfico B, C) y por medio de la válvula V1 hacia el primer tanque TQ-1, en donde se aplica el método de separación de sólido-líquido:

Gráfico N° 6: Rampa del proceso



Tomado de: Proyecto de investigación

Gráfico N° 7: Tanque de filtrado TQ-1



Tomado de: Proyecto de investigación

Con el método de filtración mediante una REJILLA en donde es retenido los sólidos de mayor tamaño, estos sólidos son depositados luego en un recipiente para su posterior gestión.

El agua con sólidos en suspensión, aceite y grasa, pasan al segundo tanque TQ-2, (Gráfico D) la mezcla es separada por el método de decantación, el aceite y grasa por ser menos denso o más liviano que el agua se va acumulando en la parte superior de la mezcla, cuando el nivel de aceite llega hasta una altura  $H_1$  en el TQ-2 y el de agua está en una altura  $H_2$  en el TQ-4, las presiones ejercidas por el líquido en cada uno de los tanques se igualan, por lo tanto cuando se tienen líquidos de diferentes densidades las alturas de estos varían para igualar la presión ejercida en el fondo de los tanques si estos están comunicados, de esta manera se pueden separar dos líquidos de diferentes densidades, en este caso el aceite con el agua.

Gráfico N° 8: Tanque de decantación TQ-2



Tomado de: Proyecto de investigación

Con el método de sedimentación mediante el cual los sólidos se depositan en el fondo del tanque, estos lodos sedimentados son drenados a la PISCINA DE LODOS

Presión = Densidad x Gravedad x Altura

$\rho = \delta \times g \times h$  en donde;

$\rho$  = Presión

$\delta$  = Densidad

$g$  = Gravedad

$h$  = Altura

$$\rho_1 = \delta_1 \times g \times h_1 = \delta_2 \times g \times h_2 \quad \text{en donde;}$$

$$\delta_1 \text{ (densidad del aceite)} < \delta_2 \text{ (densidad del agua)}$$

$$h_1 \text{ (altura del aceite)} > h_2 \text{ (altura del agua)}$$

El lodo sedimentado en los tanques TQ-2, TQ-4 y TQ-5, es drenado hacia la PISCINA DE LODOS.

El aceite y grasa son enviados al tanque TQ-3 (Gráfico E), que además recibe del DRENAJE DE ACEITE CONTAMINADO, residuos de los tanques usados y cambios de aceite.

Gráfico N° 9: Tanque de aceite contaminado TQ-3



Tomado de: Proyecto de investigación

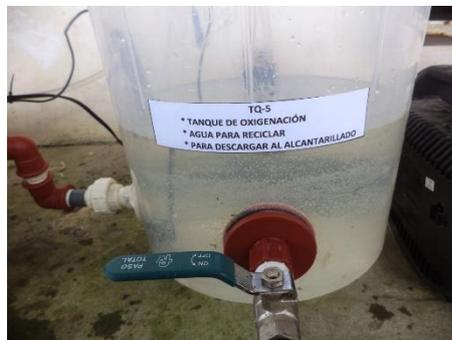
En el mismo TQ-4, las partículas coloidales con ayuda del sulfato de aluminio, forman coágulos, los mismos que forman partículas de mayor tamaño, después de este paso se lleva a cabo la floculación que es la adherencia entre sí de los coágulos formados anteriormente lo que facilita la precipitación de los sólidos que antes estuvieron en suspensión, (Gráfico F) para luego pasar al TQ-5 (Gráfico G), en donde se oxigena el agua con una bomba de aire B1 y mejora la DBO y DQO, para poder enviar el agua con una bomba B2 hacia el tanque TQ-6 de agua reciclada (Gráfico H) y poder reutilizar está en el proceso, otra alternativa es descargar esta agua al sistema de alcantarillado cumpliendo los parámetros establecidos en la norma vigente.

Gráfico N° 10: Tanque de sedimentación TQ-4



Tomado de: Proyecto de investigación

Gráfico N° 11: Tanque de Oxigenacion TQ-5



Tomado de: Proyecto de investigación

Gráfico N° 12: Tanque de agua reciclada TQ-6

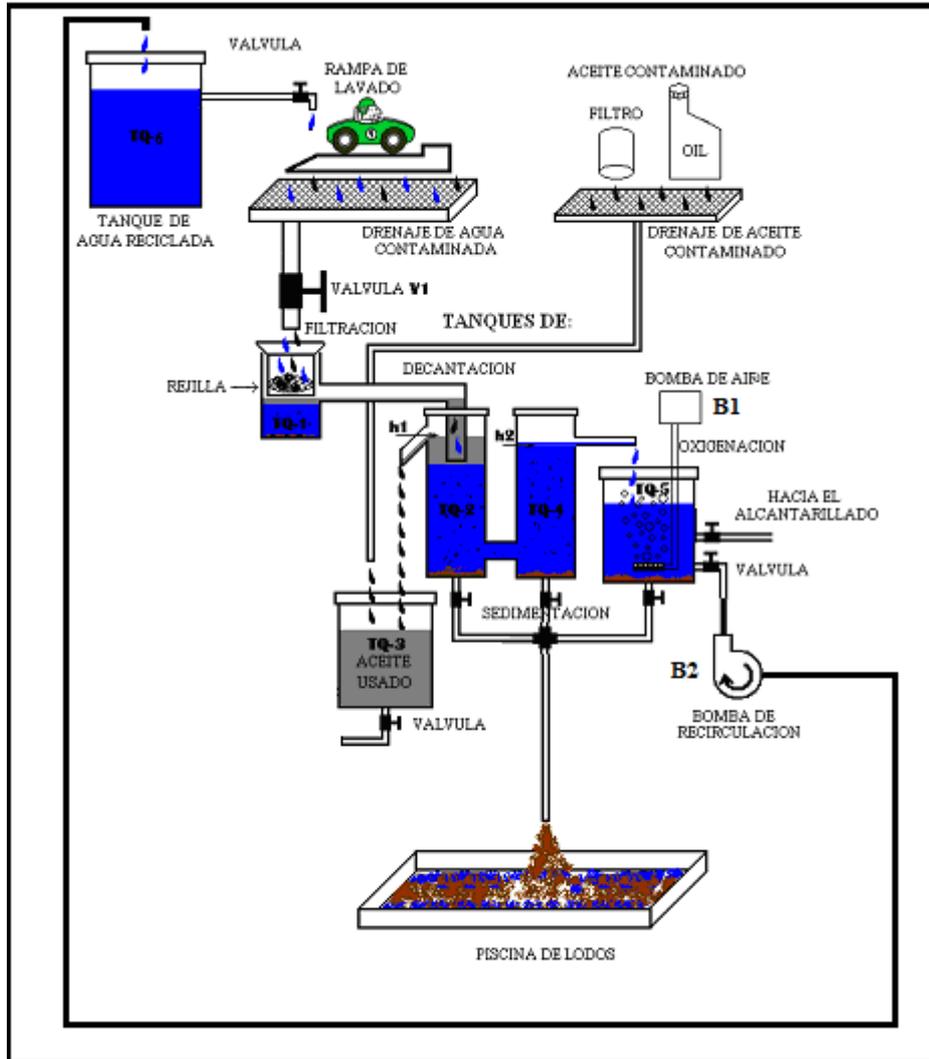


Tomado de: Proyecto de investigación

En cuanto a los sólidos generados como son los filtros, papel, trapos son depositados en recipientes adecuados para luego tratar como desecho contaminado. Es importante que los tanques tengan su respectiva etiqueta para su identificación.

El uso de elementos de protección personal como botas, casco, gafas y guantes son importantes para precautelar seguridad de los operadores.

Gráfico N° 13: Esquema - sistema de tratamiento de agua contaminada



Elaborado por: La Autora

### 3.9. IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA A ESCALA DEL PROYECTO

El principal problema que se ha detectado en este proceso, es que todos los vertidos generados son directamente drenados al sistema de alcantarillado. Con el fin de minimizar la contaminación que se está generando se implementa a continuación

un sistema de trampas para separar el aceite y grasas lubricantes, así como los sólidos presentes en el agua (Gráfico A).

Gráfico N° 14: Planta a escala 1; 1000 del proyecto



Tomado de: Proyecto de investigación

### 3.10. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO

Tabla N° 11: Parámetros después del tratamiento en la planta a escala implementada

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible	Resultado de análisis laboratorio	Cumple con parámetros
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	D.B.O <sub>5</sub> .	mg O <sub>2</sub> /l	250	220	SI
Demanda química de oxígeno	D.Q.O.	mg O <sub>2</sub> /l	500	450	SI
Sólidos suspendidos totales		mg/l	220	190	SI
Aluminio	Al	mg/l	5,0	4.5	SI

**Tomado de:** Texto Unificado de Legislación Ambiental

### 3.8. MANEJO DE ACEITES USADOS

#### 3.8.1. Recomendaciones

Es el conjunto de operaciones y disposiciones enfocadas a establecer el destino más adecuado de los residuos producidos desde el punto de vista ambiental, en función de sus particularidades, volumen, origen, costos, tratamiento, posibilidades de recuperación, aprovechamiento, comercialización y disposición final.

1. Para el cambio de aceite en un automotor, el establecimiento deberá contar con una fosa y canales conectados a una trampa de grasas y aceites.

2. Los residuos provenientes del proceso de lavado y cambio de aceite de los automotores deben separarse y se debe promover alternativas de manejo como el reciclaje y la reutilización.
3. Los recipientes de almacenamiento de residuos de aceites usados deberán mantenerse bien etiquetados, en buen estado y cerrados para evitar posibles derrames.
4. Los residuos procedentes de cambios de aceite no deben ser mezclados con la basura doméstica.
5. Antes de desechar los filtros de aceite, su contenido debe ser drenado y deben ser dispuestos conjuntamente con los demás residuos utilizados en la actividad, en un recipiente destinado para el efecto.
6. Los aceites minerales, sintéticos, grasas lubricantes y solventes hidrocarburoados, generados en el establecimiento, deberán ser recolectados y dispuestos, por separado y previo a un proceso de filtrado primario, en tanques de almacenamiento debidamente identificados, etiquetados y protegidos de la lluvia.
7. Los residuos sólidos como filtros usados, empaques, plásticos, cauchos, pernos, materiales metálicos, materiales de madera y otros, deben ser tratados como residuos contaminados y entregados a los gestores autorizados para su tratamiento.

Gráfico N° 15: recipientes para desechos solidos contaminados



Tomado de: Proyecto de investigación

8. El Municipio o sus delegados serán los encargados de recolectar el contenido de los recipientes de aceites lubricantes usados, grasas lubricantes usadas o solventes hidrocarburos contaminados acorde a la generación del establecimiento. El generador brindará las facilidades de recolección y acceso al gestor autorizado.
9. El generador no podrá comercializar o disponer de los aceites lubricantes usados, grasas lubricantes usadas o solventes hidrocarburos contaminados, ni mezclarlos con aceites térmicos y/o dieléctricos, diluirlos, quemarlos en mezclas con diésel o bunker en temperaturas inferiores a 1200 grados centígrados.
10. El generador de aceites lubricantes usados, grasas lubricantes usadas o solventes hidrocarburos contaminados, deberá tener un registro establecido con referencia al tipo de residuo, cantidad, frecuencia y tipo de almacenamiento provisional; esta información deberá ser entregada a la autoridad competente.
11. El área en la cual se localicen los recipientes de almacenamiento, deberá cumplir los siguientes requisitos mínimos:
  - a. Contar con techo.
  - b. Tener facilidad de acceso y maniobras de carga y descarga.
  - c. El piso debe ser impermeabilizado para evitar infiltraciones en el suelo.
  - d. No debe existir ninguna conexión al sistema de alcantarillado o a un cuerpo de agua.
  - e. El establecimiento que maneje solventes, grasas y aceites contará con un lugar destinado para la disposición provisional de estos residuos, provisto de un dique perimetral, conectado a un contenedor de derrames, con capacidad equivalente al 110% del volumen de aceite almacenado.

Gráfico N° 16: Recipientes para aceite usado



Tomado de: Proyecto de investigación

12. En caso de derrames de aceite el establecimiento dispondrá de material absorbente y herramientas para su recolección.

Gráfico N° 17: Materiales para limpieza



Tomado de: Proyecto de investigación

## MANEJO DE RIESGOS

- a. El establecimiento deberá restringir la circulación y el ingreso a áreas específicas de trabajo.
- b. Mantener el suministro de combustibles en zonas libres de material incandescente.
- c. Contar con las instalaciones eléctricas debidamente aisladas, protegidas y fijas.
- d. Contar con medidas necesarias y suficientes para el control de incendios de acuerdo a las regulaciones establecidas por el Cuerpo de Bomberos.

- e. No se debe utilizar la vía pública para realizar las actividades inherentes al establecimiento.

Gráfico N° 18: Extintores contra incendio



Tomado de: Proyecto de investigación

### **Reciclaje de aceites usados**

Es fundamental que los aceites usados del sector automotriz sean recogido (Gráfico31), pues estos son muy contaminantes y difíciles de separar en las plantas de tratamientos de agua.

Gráfico N° 19: Recolección de aceite usado



Tomado de: Proyecto de investigación

Si el aceite usado es reciclado puede tener muchos nuevos usos en una cadena sin fin, lo que no solo ahorra gastos sino que evita contaminar.

Se pueden distinguir cuatro tipos de alternativas para los aceites lubricantes reciclados:

1. Los procesos de regeneración, que mediante distintos tratamientos del residuo, permiten la recuperación material de las bases lubricantes presentes en el aceite original, de manera que resulten aptas para su reformulación y utilización
2. Los procedimientos de reciclaje para combustible.
3. Los procedimientos de destrucción del residuo por incineración

El aceite usado se lo recicla en recipientes apropiados, allí es recogido y pre tratado, esto implica retirar cualquier contenido de agua dentro del aceite, este proceso es conocido como desecado. Una forma de hacer esto es colocando en tanques grandes, que separan el aceite y el agua por decantación.

### **Manejo integral de filtros y plásticos**

El manejo y disposición adecuada de los envases plásticos y filtros de aceite usados, reducen el impacto negativo en el medio ambiente.

Estos envases y filtros deben ser escurridos en un tanque destinado para este fin, luego depositados en recipientes apropiados para ser posteriormente transportados hacia el sitio de reciclaje o rellenos sanitarios locales a través de una empresa especializada en la disposición de residuos contaminados.

### **Reciclaje de filtros y plásticos**

El reciclaje es una elección que disminuye los costos de disposición de los filtros e aumenta la cantidad de materiales disponibles para reciclaje. Los filtros usados generalmente tienen de una cubierta metálica, un componente con un filtro de papel y una pequeña cantidad de aceite residual. La cubierta metálica se puede recuperar y reciclar como chatarra, El elemento de papel y el aceite residual pueden ser quemados para generar energía. (Ver GRÁFICO32).

Gráfico N° 20: Componentes internos del filtro



Tomado de: Proyecto de investigación

Al ejecutar la separación y valoración de los materiales constitutivos del dispositivo o filtro de aceite, se pueden emplear casi la totalidad de estos materiales.

La recuperación del material ferroso sería de casi 700 Kg (1540 libras) por tonelada (2000 libras) de filtros usados, es recomendable para ser añadido como materia prima en la fabricación de aceros en procesos siderúrgicos.

También se puede utilizar el material celulósico, que se usa como auxiliar de combustión y que es excelente en la restauración energética en procesos industriales de incineración.

Los usuarios de los filtros de aceite tienen una parte de responsabilidad y deben reclamar que las empresas de mantenimiento vehicular cuenten con la seguridad ambiental necesarias para prevenir el grave impacto ambiental y sanitario.

Gráfico N° 21: Recipientes plásticos de aceite lubricante



Tomado de: Proyecto de investigación

Gráfico N° 22: Filtros reciclados



Tomado de: Proyecto de investigación

## CONCLUSIONES

- Se ha diseñado técnicamente un sistema de tratamiento primario para las aguas residuales del proceso de lavado de automotores en la lubrilavadora Reina De Las Lajas ubicada en el barrio Centro en el Cantón Saquisilí, con esta planta de tratamiento de aguas residuales se reducirá la contaminación del agua del proceso, se reduce el costo de operación puesto que el agua se puede reutilizar, se consiguió cumplir con los parámetros normalizados para la descarga de estas aguas al sistema de alcantarillado e implementar un sistema a escala del sistema y comprobar su funcionamiento.
- Con esta planta de tratamiento de aguas residuales se reducirá la contaminación del agua del proceso, estos contaminantes se determinaron por análisis de laboratorio, el agua tratada podrá ser reutilizada o descargada al sistema de alcantarillado cumpliendo con la normativa medioambiental ecuatoriana vigente.
- Los contaminantes presentes en el agua como el aceite no se disuelve, no es biodegradable, forma películas impermeables que impiden el paso del oxígeno y matan la vida tanto en el agua como en tierra, esparcen productos tóxicos que pueden ser ingeridos por los seres humanos de forma directa o indirecta.
- El aporte del presente trabajo con la implementación del sistema a escala comprueba los parámetros reales antes y después de ingresar a la planta, así como los diferentes contaminantes y los procedimientos para separar estos del agua del proceso.
- Cumpliendo con los objetivos establecidos, se presenta un procedimiento para el manejo de los desechos generados en este proceso como son los aceites, filtros y envases plásticos

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda ejecutar físicamente este proyecto con el fin de contribuir al cuidado y preservación del medio ambiente
- Se recomienda dotar al personal de los implementos de protección personal apropiados para cumplir su trabajo en una forma segura.
- Promover alternativas de reciclaje y reutilización de los residuos provenientes del proceso de lavado y cambio de aceite de los automotores.
- Los residuos sólidos como filtros usados, recipientes plásticos y residuos líquidos como aceite usado, deben ser entregados a los gestores autorizados para su tratamiento.
- Los recipientes de almacenamiento de residuos de aceites usados deberán mantenerse bien etiquetados, en buen estado y cerrados para evitar posibles derrames.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2011). Manual de normas y procedimientos para la gestión de aceites usados. 3 - 4. Obtenido de <http://www.ambientebogota.gov.co/documents/10157/220807/MANUAL+ACEITES+USADOS+ago2011pq.pdf>
- Consejería de Medio Ambiente. (2000). *Capítulo 15: Contaminación por residuos. La Gestión de los Aceites usados*. Sevilla: Dirección General de Prevención y Calidad Ambiental. Obtenido de [http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/40-543\\_TECNICAS\\_DE\\_PREVENCION\\_EN\\_LA\\_GENERACION\\_DE\\_SUELOS\\_CONTAMINADOS\\_LA\\_GESTION\\_DE\\_LOS\\_RESIDUOS\\_PELI/40-543/1\\_CONTAMINACION\\_POR\\_RESIDUOS\\_LA\\_GESTION\\_DE\\_LOS\\_ACEITES\\_USADOS.PDF](http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/consolidado/publicacionesdigitales/40-543_TECNICAS_DE_PREVENCION_EN_LA_GENERACION_DE_SUELOS_CONTAMINADOS_LA_GESTION_DE_LOS_RESIDUOS_PELI/40-543/1_CONTAMINACION_POR_RESIDUOS_LA_GESTION_DE_LOS_ACEITES_USADOS.PDF)
- Dirección Metropolitana de Medio Ambiente . (2008). *Resolución N° 0002*. Obtenido de Guía de Buenas Prácticas Ambientales : [http://www.ecuadorambiental.com/doc/buenas\\_practicas.pdf](http://www.ecuadorambiental.com/doc/buenas_practicas.pdf)
- Estructplan.com.ar. (11 de Enero de 2009). *Efluentes Líquidos*. Obtenido de <http://www.estructplan.com.ar/Efluliq.htm>
- Facultad de Ingeniería - Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. (2003). *Efluentes industriales* . Obtenido de Seguridad e higiene en el trabajo: [http://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/segumar/a13-3/material/Efluentes\\_higiene.pdf](http://www.fio.unicen.edu.ar/usuario/segumar/a13-3/material/Efluentes_higiene.pdf)
- Ferrer, J., & Checa, G. (2010). *Mantenimiento mecánico preventivo del vehículo*. Madrid, España: Editorial Editex S.A.
- Gallego, M. (2007). *Aceite automotriz usado* . Obtenido de <https://ecolamancha.wordpress.com/2007/12/01/aceite-automotriz-usado/>
- González, D. (2012). *Motores térmicos y sus sistemas auxiliares*. Madrid, España: Editorial Paraninfo S.A.
- Granero, J., & Ferrando, M. (2007). *Gestión y Minimización de Residuos*. Madrid, España: Fundación Confemetal.

- Heinz Dietsche, K. (2005). *Manual de la técnica del automóvil* (Cuarta ed.). Alemania: Reverte Bosch.
- Página Web Textos científicos. (21 de Junio de 2005). *Tratamiento de efluentes industriales*. Obtenido de <http://www.textoscientificos.com/efluentes>
- Sans, R., & De Pablo, J. (1989). *Ingeniería ambiental: contaminación y tratamientos*. Barcelona, España: Marcombo.
- Sistema Nacional de Información Ambiental - SINIA de Perú. (Diciembre de 2009). Tratamiento y Reuso de aguas residuales. 20 - 21. Obtenido de <http://sinia.minam.gob.pe/modsinia/public/docs/153.pdf>
- Tchobanoglous, G., & Burton, F. (1996). *Ingeniería de aguas residuales tratamiento, vertido y reutilización* (Tercera ed., Vol. I). Madrid, España: McGraw-Hill.
- Widman, R. (2009). La Selección y Diagnóstico de Grasa. *Mantenimiento mundial*(67), 2 - 3. Obtenido de <http://www.mantenimientomundial.com/sites/mm/notas/w67.pdf>

## ANEXOS

### ANEXO 1: RESULTADOS DE LABORATORIO



OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS  
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL  
INFORME DE RESULTADOS



INF-LA2-QAM-15239  
ORDEN DE TRABAJO No 022938

SOLICITADO POR:	TOAPANTA SABINA
DIRECCIÓN:	COCA CALLE GUAYAQUIL Y SAN MIGUEL
FECHA DE RECEPCION:	26/02/2009
HORA DE RECEPCION:	10H35
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCION:	AGUA RESIDUAL DE LUBRICADORA VIRGEN DE LAS LAJAS DE SAQUISILÍ
FECHA DE ANALISIS:	02 AL 12/03/2009
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA	13/03/2009
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS:	MUY TURBIA
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	2 LITROS
MUESTREADO POR:	CLIENTE
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al OSP.

#### INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
DETERGENTES	mg/l	0.138	COLORIMETRICO HACH
pH		7.4	APHA4500 H* B
ACEITES Y GRASAS	mg/l	66	APHA5520 B
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	618.14	APHA5210 B
DQO	mgO <sub>2</sub> /l	1627	APHA5220 C
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	6200	APHA2540 D
*COLOR	HAZEN	2100	APHA2120 C
TPH INFRARROJO	mg/l	1.57	EPA418.1
PLOMO	mg/l	<0.09	APHA3111 B
COBRE	mg/l	0.24	APHA3111 B
CADMIO	mg/l	<0.02	APHA3111 B
ALUMINIO	mg/l	41.03	APHA3111 B
MERCURIO	µg/l	<0.26	APHA3112 B
TEMPERATURA	°C	19.4	APHA2550 B



"Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE"  
No OAE LE 1C 04-002



*Jenny Murillo*  
Dra. Jenny Murillo  
JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

**IMPORTANTE PARA EL USUARIO: Exija el original. La Facultad no se responsabiliza por documentos fotocopiados**

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gato Sobral    Telefax Directo: 3216-740 Troncal 502-262 502-456 Ext. 31  
E - mail: secretaria.osp@facquimuce.edu.ec    Quito - Ecuador  
RAM-4.1-05

## ANEXO 2: RESULTADOS DE LABORATORIO



OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS  
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR  
LABORATORIO DE QUIMICA AMBIENTAL  
INFORME DE RESULTADOS



INF-LA2-QAM-15239  
ORDEN DE TRABAJO No 022953

SOLICITADO POR:	TOAPANTA SABINA
DIRECCIÓN:	COCA CALLE GUAYAQUIL Y SAN MIGUEL
FECHA DE RECEPCION:	03/09/2009
HORA DE RECEPCION:	09H30
MUESTRA DE:	AGUA
DESCRIPCION:	AGUA RESIDUAL DE LUBRICADORA VIRGEN DE LAS LAJAS DE SAQUISILI
FECHA DE ANALISIS:	07 AL 17/09/2009
FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS A LA SECRETARIA	17/09/2009
CARACTERISTICAS DE LAS MUESTRAS:	TURBIA
ESTADO:	LÍQUIDO
CONTENIDO:	2 LITROS
MUESTREADO POR:	CLIENTE
OBSERVACIONES:	Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra tomada por el cliente y entregadas al OSP.

### INFORME

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	METODO
DBO <sub>5</sub>	mgO <sub>2</sub> /l	220	APHA5210 B
DQO	mgO <sub>2</sub> /l	450	APHA5220 C
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	190	APHA2540 D
ALUMINIO	mg/l	4.50	APHA5210 B
DQO	mgO <sub>2</sub> /l	4.50	APHA3111 B
SÓLIDOS SUSPENDIDOS	mg/l	190	APHA2540 D



“Los ensayos marcados con (\*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE”

No OAE LE 1C 04-002



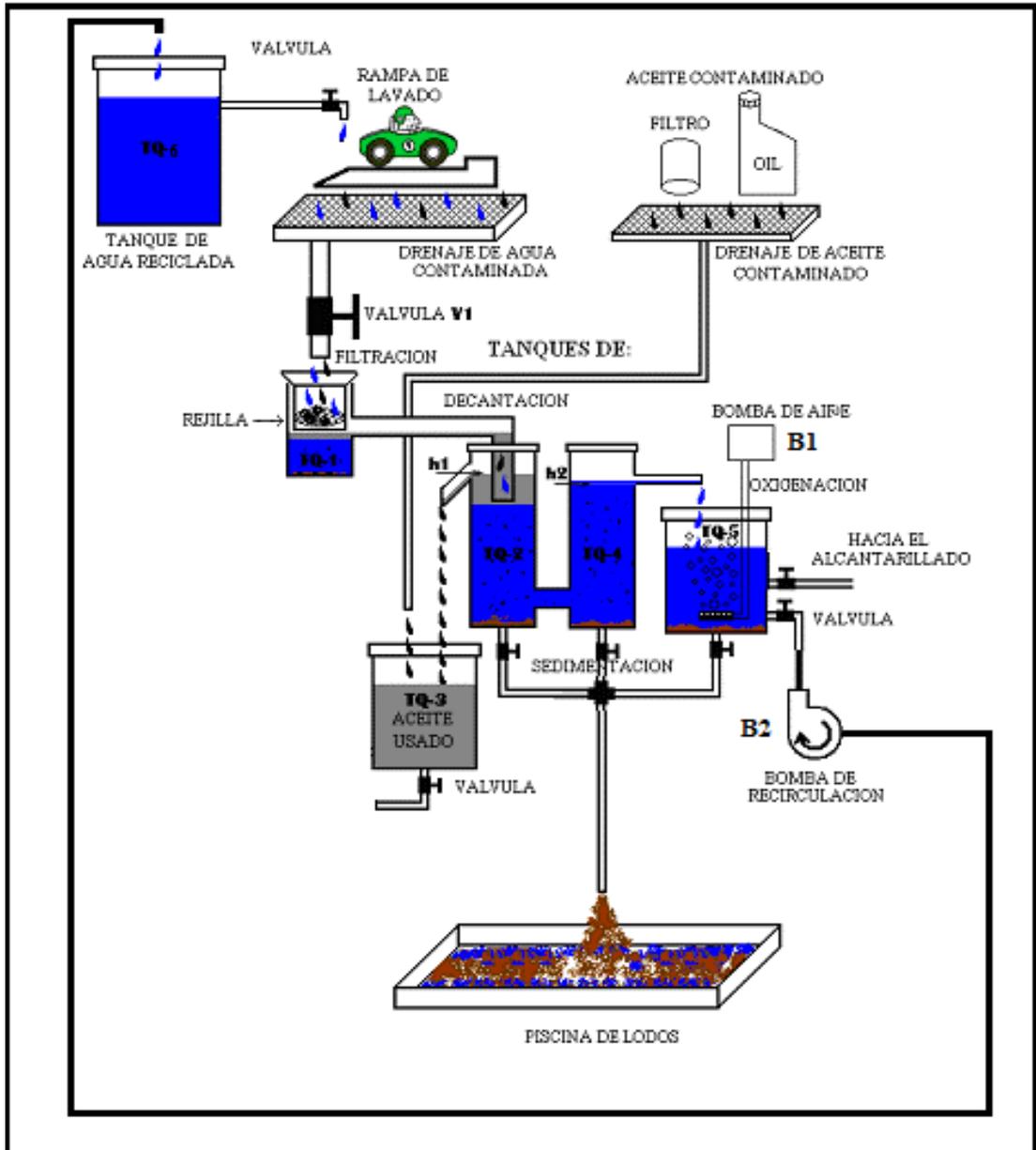
*Jenny Murillo*  
Dr<sup>a</sup>. Jenny Murillo

JEFE AREA DE QUÍMICA AMBIENTAL

**IMPORTANTE PARA EL USUARIO: Exija el original. La Facultad no se responsabiliza por documentos fotocopiados**

Dirección: Francisco Viteri s/n y Gato Sobral    Telefax Directo: 3216-740 Troncal 502-262 502-456 Ext. 31  
E - mail: secretaria.osp@facquimuce.edu.ec    Quito - Ecuador  
RAM-4.1-05

### ANEXO 3: PLANTA



## ANEXO 4: PLANTA

