



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA EL PROCESO DE RECOLECCIÓN,
CLASIFICACIÓN, TRATAMIENTO FINAL DE LOS DESECHOS DE CARBURANTES PARA
ESTACIONES DE CONSUMO**

Rosemary Krystal García Portuguez

Asesorado por la Inga. Ana Marcela Ruano Barillas

Guatemala, septiembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA EL PROCESO DE RECOLECCIÓN,
CLASIFICACIÓN, TRATAMIENTO FINAL DE LOS DESECHOS DE CARBURANTES PARA
ESTACIONES DE CONSUMO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ROSEMARY KRYSTAL GARCÍA PORTUGUEZ
ASESORADO POR LA INGA. ANA MARCELA RUANO BARILLAS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. María Martha Wolford Estrada
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Selvin Estuardo Joachin Juárez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento de los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presente a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA EL PROCESO DE RECOLECCIÓN,
CLASIFICACIÓN, TRATAMIENTO FINAL DE LOS DESECHOS DE CARBURANTES PARA
ESTACIONES DE CONSUMO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 24 de enero de 2020.

Rosemary Krystal García Portugal

Guatemala, febrero de 2021

Ingeniero
César Ernesto Urquizu Rodas
Director
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería, Usac.

Ing. Urquizu Rodas

Por medio de la presente me dirijo a usted, para hacer de su conocimiento que como Asesora de la estudiante universitaria: **Rosemary Krystal García Portuguez** que se identifica con carne universitario **201403238**, he tenido a la vista el trabajo de graduación: **BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA EL PROCESO DE RECOLECCIÓN, CLASIFICACIÓN, TRATAMIENTO FINAL DE LOS DESECHOS DE CARBURANTES PARA ESTACIONES DE CONSUMO**. El cual encuentro satisfactorio.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.


Inga. Ana Marcela Ruano Barillas
Colegiado No. 8782
Asesora

Ana Marcela Ruano Barillas
Ingeniera Industrial
Colegiado 8782



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.REV.EMI.066.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA EL PROCESO DE RECOLECCIÓN, CLASIFICACIÓN, TRATAMIENTO FINAL DE LOS DESECHOS DE CARBURANTES PARA ESTACIONES DE CONSUMO**, presentado por la estudiante universitaria **Rosemary Krystal García Portuguez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Miriam Patricia Rubio Contreras
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, junio de 2021.

Miriam Patricia Rubio Contreras
INGENIERIA INDUSTRIAL
COL. 4074

/mgp



ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.091.021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA EL PROCESO DE RECOLECCIÓN, CLASIFICACIÓN, TRATAMIENTO FINAL DE LOS DESECHOS DE CARBURANTES PARA ESTACIONES DE CONSUMO**, presentado por la estudiante universitaria **Rosemary Krystal García Portuguez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”



Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas
Motivo: Ingeniero Industrial
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería
Mecánica Industrial, USAC
Colegiado 4,272

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, septiembre de 2021.
/mgp

DTG. 447.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA PARA EL PROCESO DE RECOLECCIÓN, CLASIFICACIÓN, TRATAMIENTO FINAL DE LOS DESECHOS DE CARBURANTES PARA ESTACIONES DE CONSUMO**, presentado por la estudiante universitaria: **Rosemary Krystal García Portuguez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana



Guatemala, septiembre de 2021.

AACE/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme vida, salud, trabajo y permitirme llegar hasta donde estoy ahora.
- Mis padres** Ovidio García y Miriam Portuguez por su amor, por enseñarme buenos valores los cuales me han ayudado a salir adelante, por todo su cariño y apoyo durante mi formación profesional, los amo.
- A mis hermanas** Karyn y Hillary García, por su cariño, comprensión y apoyo durante mi carrera para que yo pudiera llegar hasta aquí.
- Mis abuelos maternos** Tránsito de León, por tu cariño y Rosalío Portuguez (q. e. p. d.). Aunque no estás conmigo físicamente, sé que estás orgulloso de lo que he logrado.
- Mis abuelos paternos** Benedicta Gutiérrez y Luis García por mostrarme siempre su cariño y apoyo.
- Mi Novio** Oscar Norato, por ser parte de mi vida y orientar mi trayectoria universitaria. Por compartir tus conocimientos, demostrando siempre tu amor incondicional.

- Mi tío** Roberto Portuguez por ser una persona muy importante en mi vida, te quiero mucho.
- Amigos de la Facultad de Ingeniería** Cesar Pérez Castellanos, Samuel Contreras García y Mayron Lix de la Cruz por siempre estar dispuestos a dar lo mejor de sí en cada reporte, trabajo, tarea, entre otros.
- Mis amigas** Lety Pacay, Karina Linares, Claudia Duarte, Vilma de León por sus buenos consejos, palabras de aliento y sobre todo por su amistad y cariño.
- Mi amigo** José Alejandro Martínez Morales (q. e. p. d.), por enseñarme lo que es una verdadera amistad, por estar a mi lado cuando más lo necesitaba y por siempre sacarme una sonrisa.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por permitirme estudiar en sus aulas para ser una excelente profesional.
Facultad de Ingeniería	Por darme la oportunidad de pertenecer a tan prestigiosa Facultad de la Universidad de San Carlos de Guatemala.
Catedráticos de la Facultad de Ingeniería	Por compartir sus amplios conocimientos conmigo.
Ing. Edwin Ixpatá	Por ser mi catedrático durante seis cursos de la carrera y compartir sus conocimientos durante la carrera.
Familia Portuguez de León y García Gutiérrez	Tíos, tías, primos y primas por su cariño y apoyo.
Doctor Jorge Ruano	Por ser un excelente jefe y brindarme su apoyo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS	IX
GLOSARIO	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. Descripción de la empresa	1
1.1.1. Ubicación	1
1.1.2. Historia	2
1.1.3. Misión	2
1.1.4. Visión.....	2
1.1.5. Estructura organizacional	2
1.2. Descripción carburantes	3
1.2.1. Gasolina	6
1.2.2. Diesel.....	6
1.2.3. Etanol	8
1.2.4. Gas líquido de petróleo.....	9
1.3. Definición de aceite	10
1.3.1. Generalidades del aceite	11
1.3.2. Contaminantes de los aceites.....	11
1.3.3. Degradación del aceite carburante	12
1.4. Propiedades de los aceites.....	13
1.4.1. Color y fluorescencia	13

1.4.2.	Densidad	13
1.4.3.	Viscosidad	14
1.4.4.	Punto de fluidez.....	14
1.5.	Propiedades térmicas.....	14
1.5.1.	Índice de viscosidad	14
1.5.2.	Punto de inflamación y fuego	14
1.5.3.	Punto de congelación	15
1.5.4.	Punto de enturbiamiento	15
1.6.	Propiedades químicas.....	15
1.6.1.	Formación de espuma.....	16
1.6.2.	Índice de alquitrán	16
1.6.3.	Emulsionabilidad del aceite	16
1.6.4.	Untuosidad	16
2.	SITUACIÓN ACTUAL	17
2.1.	Normativa vigente en Guatemala	17
2.1.1.	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales.....	17
2.1.2.	Ministerio de Energía y Minas	17
2.1.3.	Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social	18
2.2.	Centros de servicio.....	18
2.2.1.	Forma de reciclaje común	18
2.2.2.	Infraestructura del área de trabajo	19
2.2.3.	Infraestructura de almacenamiento	19
2.3.	Talleres de servicio	20
2.3.1.	Forma de reciclaje común en taller de servicio	20
2.3.2.	Infraestructura del área de trabajo en taller de servicio	20
2.3.3.	Infraestructura de almacenamiento en taller de servicio	20

2.4.	Manejo de carburantes automotrices	21
2.4.1.	Metodología de tratamiento	21
2.4.2.	Impacto por prevenir.....	21
2.4.3.	Indicador de cumplimiento.....	21
2.5.	Manejo de aceites	22
2.5.1.	Metodología de tratamiento de aceite.....	22
2.5.2.	Impacto por prevenir en la contaminación con aceite	23
2.5.3.	Indicador de cumplimiento para tratamiento de desechos	23
2.6.	Organización del área de trabajo.....	24
2.6.1.	Objetivos de la caracterización de residuos.....	24
2.6.2.	Impactos por prevenir	24
2.7.	Empleo de equipo de protección personal.....	26
2.7.1.	Objetivo del uso de protección personal.....	26
2.7.2.	Medidas de prevención.....	26
3.	PROPUESTA PARA APLICAR LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA.....	29
3.1.	Validación del plan de manejo.....	29
3.1.1.	Etapas de aplicación.....	29
3.1.2.	Integración al modelo de plan de manejo	29
3.1.3.	Valorización de los residuos	29
3.2.	Normas para el manejo de los desechos carburantes.....	30
3.2.1.	Condiciones y elementos necesarios	30
3.2.2.	Sistema de tubería y válvula.....	31
3.3.	Tanques superficiales medidas de recolección	31
3.3.1.	Medidas de protección personal.....	31
3.3.2.	Recibo de carburantes y aceites.....	32

3.3.3.	Almacenamiento de desechos	32
3.3.4.	Medidas para fugas, goteos, derrames	35
3.4.	Reciclaje de carburantes.....	36
3.4.1.	Método de reacondicionamiento	36
3.4.2.	Filtración.....	36
3.4.3.	Separación magnética.....	37
3.4.4.	Deshidratación en vacío.....	38
3.5.	Gestión interna del manejo de carburantes.....	38
3.5.1.	Generación de desechos.....	38
3.5.2.	Manejo de aceites en las instalaciones del generador.....	38
3.6.	Gestión externa del manejo de carburantes.....	40
3.6.1.	Manejo de desechos durante el transporte	40
3.6.2.	Manejo de desechos usados durante el almacenamiento	41
3.7.	Análisis financiero de la propuesta.....	41
3.7.1.	Valor presente neto	42
3.7.2.	Tasa interna de retorno	43
3.7.3.	Beneficio costo	44
4.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA	45
4.1.	Tratamiento y aprovechamiento de carburantes usados.....	45
4.1.1.	Consideraciones de tratamiento y aprovechamiento de carburantes usados.....	45
4.1.2.	Tratamiento de carburantes	46
4.1.3.	Tratamiento de aceites.....	46
4.1.4.	Aprovechamiento y/o valorización	47
4.2.	Recursos por implementar	47
4.2.1.	Recurso económico.....	47

4.2.2.	Recurso humano	47
4.2.3.	Materia prima.....	48
4.3.	Condiciones necesarias que debe cumplir las instalaciones para su recolección	48
4.3.1.	Área de Lubricación.....	48
4.3.2.	Área de Drenajes.....	49
4.3.3.	Recipiente de recolección temporal.....	49
4.3.4.	Recipiente para el drenaje de filtros y otros elementos impregnados	49
4.4.	Material oleofílico para el control de derrames	50
4.4.1.	Adsorbente	50
4.4.2.	Adherente	50
4.5.	Área de Almacenamiento	50
4.5.1.	Tanques de almacenamiento temporal.....	50
4.5.2.	Área de Almacenamiento Temporal	51
4.5.3.	Áreas de Acceso.....	51
4.6.	Recomendaciones en caso de contacto con contaminantes ...	51
4.6.1.	Contacto con la piel	51
4.6.2.	Contacto con los ojos	52
4.6.3.	Ingestión	52
4.6.4.	Inhalación	52
4.6.5.	Derrames	52
4.6.6.	Incendios	52
4.7.	Procedimiento para recolección de carburantes.....	53
4.7.1.	Recolección en acopios primarios	53
4.7.2.	Entrega de desechos usados en instalaciones de un acopiador	53
4.7.3.	Trasporte de material de desecho	54
4.7.4.	Condiciones para el transporte.....	54

5.	SEGUIMIENTO O MEJORA	57
5.1.	Elaboración de reportes mensuales	57
5.1.1.	Generación de desechos.....	57
5.1.2.	Monitoreo de eficiencia	58
5.2.	Mejora continua.....	58
5.2.1.	Revisión de procedimientos	59
5.2.2.	Revisión de tiempos determinados	59
5.3.	Auditoría.....	59
5.3.1.	Auditoría interna	59
5.3.2.	Auditoría externa	61
5.4.	Evaluación de la propuesta	61
5.4.1.	Interpretación de la propuesta.....	61
5.4.2.	Aplicación de la propuesta	61
	CONCLUSIONES.....	63
	RECOMENDACIONES	67
	BIBLIOGRAFÍA.....	69

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa.....	1
2.	Organigrama	3
3.	Proceso del petróleo crudo	8
4.	Área de Almacenamiento de Lubricantes.....	19
5.	Análisis visual del aceite usado y sistema circulatorio con filtros	39
6.	Fórmula de la TIR.....	43
7.	Beneficio costo	44
8.	Recolección y transporte de aceite usado.....	55
9.	Control mensual de desechos.....	57
10.	Monitoreo de eficiencia mensual	58
11.	Auditoría interna.....	60

TABLAS

I.	Descripción de carburantes.....	4
II.	Equipo de protección personal.....	27
III.	Valoración de residuos.....	30
IV.	Costos de la propuesta	42
V.	Flujo de efectivo	42
VI.	Cálculo del Valor Presente Neto	43
VII.	Cálculo de la TIR.....	44

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
kg	Kilogramos
kg/m³	Kilogramos por metro cúbico
kg/TM	Kilogramos por tonelada k
Kwh	Kilowatt por hora
LF	Ladle Furnace
m	Metros
m/s	Metros por segundo
mm	Milímetros
P	Paradas programadas
%	Porcentaje

GLOSARIO

Adoptar	Posición de aceptar un cambio u modificación.
Almacenamiento	Acción que se vincula a recoger, depositar, archivar o registrar algo.
Beneficio económico	Ganancia producida por el ejercicio fiscal.
Beneficio social	Beneficio que se genera a través de ayudar a la comunidad.
Cadena de suministro	Eslabón de la cadena de producción o comercialización de un producto o servicio.
Costo de oportunidad	Costo de poder realizar un evento, a través de análisis financiero para establecer si es rentable.
Diagnosticar	Efectuar un análisis de la situación actual de un estado.
Diseñar	Proceso de elaboración del boceto de un producto a base de especificaciones técnicas.
Empresa comercial	Empresa con el objetivo de comercializar bienes o servicios.

Empresa industrial	Empresa destinada al proceso de fabricación de productos de diferente índole para su comercialización.
Estructura	Forma de posicionamiento de una organización.
Fabricación	Proceso de elaborar o transformar la materia prima en un objeto de uso industrial, domiciliar, completo para otra pieza.
Impacto ambiental	Daño efectuado al medio ambiente, flora y fauna, que desequilibra el ecosistema.
Maquinaria agrícola	Maquinaria destinada al uso agroindustrial para el proceso de siembras, cosechas, habilitación de caminos rurales.
Maquinaria industrial	Maquinaria que se utiliza para la transformación física, química de las materias primas para la elaboración de un producto.
Materia prima	Elemento necesario para la elaboración de un producto esta puede ser de origen natural o prefabricada.
Medio ambiente	Estado en el cual se realizan actividades.
Nivel de inventario	Número de unidades existentes en el sistema.

Recipiente

Envase destinado a guardar objetivos y líquidos.

Residuo

Generación de desperdicio de un producto.

RESUMEN

La empresa Procesos de Hidrocarburos y Sistemas de Mejoramiento Ambiental (PRHISMA) se dedica a dar tratamiento a los residuos generados por los carburantes, combustible, provenientes de talleres y estaciones de servicio. El almacenamiento y manejo de este tipo de desechos es una labor que conlleva riesgos, por ser desechos peligrosos por los hidrocarburos volátiles disueltos en ellos, siendo necesario proponer un manejo un plan de manejo sustentable donde se establezcan normas, los procedimientos básicos que deben implementar para la recolección, clasificación y tratamiento final.

En el capítulo uno se expone antecedentes generales sobre la empresa, así como la descripción de carburantes, aceites y sus propiedades térmicas y químicas.

En el capítulo dos se realiza un análisis de la situación actual de la empresa por medio de la normativa vigente en Guatemala, analizando los centros de servicios, talleres de servicio, manejo de carburantes, aceites y la organización de las áreas de trabajo.

En el capítulo tres se realiza la propuesta para aplicar buenas prácticas de manufactura en el manejo de desechos automotrices por medio de la validación del plan de manejo, definiendo normas para el manejo de los desechos carburantes, tanques superficiales, reciclaje y gestión interna de los carburantes y un análisis financiero para respaldar la propuesta.

En el capítulo cuatro se propone el desarrollo de las mejoras propuestas del capítulo anterior, describiendo los recursos a implementar y las condiciones necesarias que deben cumplir las instalaciones para la recolección de los desechos. También se describen el Área de Almacenamiento, recomendaciones en caso de contacto con contaminantes y procedimientos para la recolección de desechos.

Por último, en el capítulo cinco se realiza el seguimiento o mejora para la propuesta por medio de la propuesta de reportes mensuales y auditorías internas o externas que garantizarán la implementación y la mejora continua de las mejoras.

OBJETIVOS

General

Determinar las buenas prácticas de manufactura para el proceso de recolección, clasificación, tratamiento final de los desechos de carburantes para estaciones de consumo.

Específicos

1. Determinar la composición y principales fuentes de generación de desechos carburantes en las estaciones de servicio.
2. Analizar las leyes y normas ambientales legalmente establecidas en Guatemala para el manejo adecuado de desechos carburantes.
3. Evidenciar los peligros que encierra la incorrecta manipulación de los desechos carburantes.
4. Prevenir y disminuir los peligros relacionados con el manejo y disposición de desechos carburantes con el uso de prácticas limpias.
5. Promover dentro del contexto ambiental las alternativas para los carburantes como valoración energética, reciclaje, entre otras.

6. Determinar las capacitaciones para el personal de manejo de desechos industriales.
7. Establecer sistemas de control para la recolección de desechos industriales.

INTRODUCCIÓN

Debido a la responsabilidad ambiental, la empresa Procesos de Hidrocarburos y Sistemas de Mejoramiento Ambiental PRHISMA ha generado la idea de tener un plan y un enfoque sostenible para el medio ambiente por parte de las autoridades de esta. La fuente principal de generación de aceite lubricante usado y residuos carburantes corresponde a los motores de combustión interna. Su generación es de un volumen que resulta susceptible para ser gestionado mediante métodos adecuados para su tratamiento, considerando que es un producto de consumo masivo. Su generación involucra escenarios, tales como establecimientos comerciales, de servicios, industrias y en un menor grado usuarios que aplican el servicio en sus domicilios.

El aceite lubricante usado y los carburantes son altamente contaminantes cuando son liberados al ambiente sin la aplicación de medidas de gestión adecuadas a su persistencia y capacidad bio-acumulativa. Las prácticas de manejo incorrecto una vez generado causan severos daños en aire, agua y suelo, así como un potencial riesgo en la salud de las personas, debido a su alto contenido en metales pesados. La gestión inadecuada del aceite lubricante y carburantes usados obedece en una parte importante al desconocimiento de los impactos que derivan de su liberación incorrecta al ambiente, falta de aplicación de normativas, desconocimientos técnicos en su generación, programas de fomento para la reducción en su generación, así como desconocimiento de tecnologías aplicables para su valorización.

Para apoyar las actividades de la empresa se proponen buenas prácticas de manufactura tanto para la recolección, clasificación y almacenamiento de los desechos carburantes. Para esto se realiza un diagnóstico inicial a la empresa y sus instalaciones para luego proponer mejoras que reduzcan el impacto ambiental y mejoren el manejo de los desechos por parte de los trabajadores de la empresa.

La aplicación de buenas prácticas de manufactura y la normatividad ambiental aunado a propuestas técnicas y métodos congruentes con los objetivos de minimización en su generación y maximización en su valorización, residuos carburantes usados provenientes de motores de combustión interna; son una opción para recuperar una gran cantidad de desechos usados, debido a que este tipo de generador de residuos carburantes es una de las principales fuentes de contaminación ambiental.

1. ANTECEDENTES GENERALES

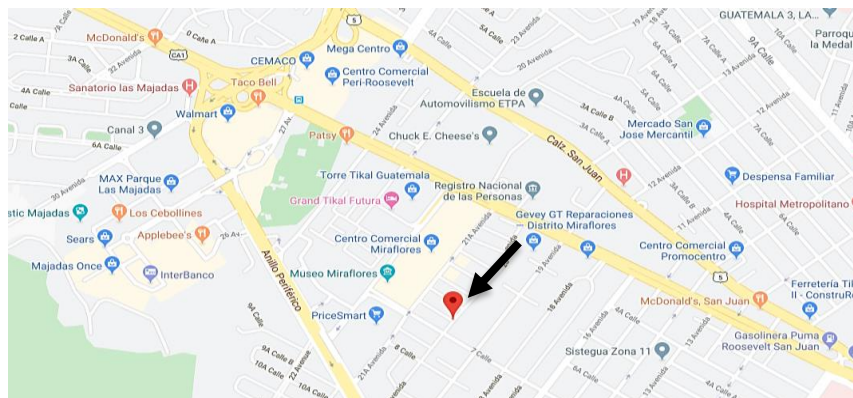
1.1. Descripción de la empresa

La empresa Procesos de Hidrocarburos y Sistemas de Mejoramiento Ambiental (PRHISMA) fue fundada para satisfacer las necesidades de protección y conservación del medio ambiente. Ofrece un servicio de recogida de aceite usado a estaciones de servicio, talleres, estaciones de consumo propio y empresas industriales. El material puede ser re-refinado y revendido en los mercados energéticos.

1.1.1. Ubicación

La empresa se ubica en 1.^a calle, 20-35, zona 11 Colonia El Mirador.

Figura 1. Ubicación de la empresa



Fuente: Google Maps. *Empresa de tratamiento de aceite y carburantes.*

<https://www.google.com/maps/@14.6197253,-90.55325,17.56z> Consulta: 20 noviembre de 2019.

1.1.2. Historia

La empresa inicia operaciones en el año 2010, con el propósito de recuperar los aceites lubricantes y desechos del uso de aceites y lubricantes, dado que el producto recuperado tiene propiedades tan buenas como el de un aceite virgen. El proceso permite reciclar cualquier mezcla de aceite lubricante sin necesidad de pedirle a los generadores de este aceite usado que almacenen los aceites por separado. Naturalmente las características de este aceite recuperado dependen de las características del aceite alimentado por lo que es necesario usar un buen juicio en cuanto a los aceites recogidos para procesar.¹

1.1.3. Misión

Ofrecemos un servicio de recogida de aceite usado a nuestros clientes en el conocimiento de que este material puede ser re-refinado y revendido en los mercados energéticos

1.1.4. Visión

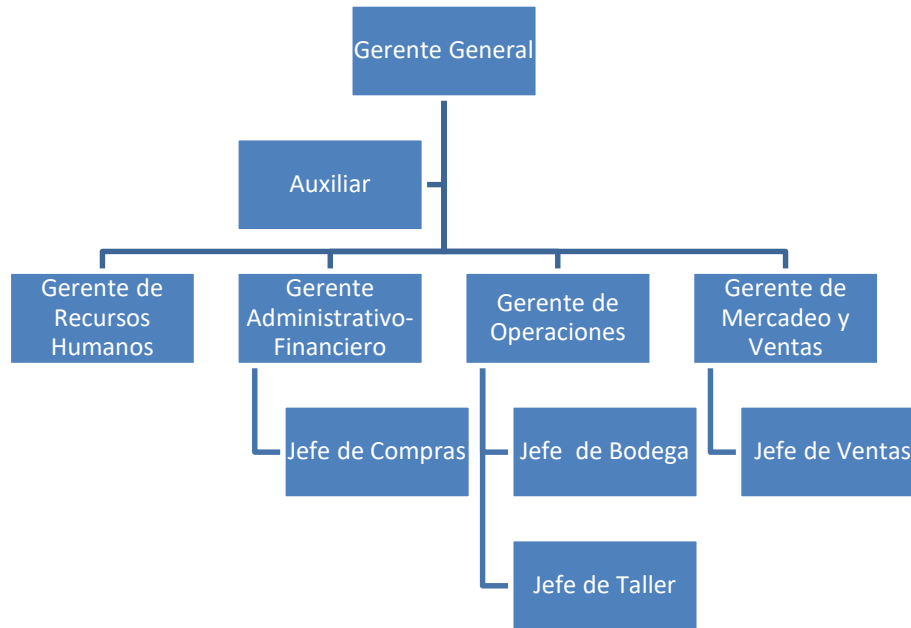
La visión es ser una empresa a nivel nacional y centroamericano con la opción de satisfacer las necesidades de protección y conservación del medio ambiente.

1.1.5. Estructura organizacional

Se presenta el organigrama de la empresa en estudio y seguidamente la descripción de puestos.

¹ Recicloin. *Tecnología para el reciclaje*. <http://www.recicloilsrl.com/>.

Figura 2. Organigrama



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

1.2. Descripción carburantes

Existen varios tipos de combustibles, por lo tanto, sus propiedades dependen de los mismos ya sean gaseosos, líquidos o sólidos. Pero existe una propiedad que todo tipo de combustible posee y es la del poder calorífico que se define como la representación de la cantidad de energía liberada por unidad de materia que se puede desprender al producirse una reacción química de oxidación. Esta energía se traslada a los gases de la combustión, también llamados humos, que contienen los productos de la combustión, entre ellos el vapor de agua.

El poder calorífico se divide en dos clases: poder calorífico inferior que es el mismo del combustible, se identifica con sus siglas PCI y el poder calorífico superior que ocurre cuando el combustible es aumentado con el calor de condensación del agua, se identifica con las siglas PCS.²

² LLORENS, Martín. *Ingeniería Térmica*. https://kupdf.net/download/ingenieria-termica_5a7e767ae2b6f503534ff543_pdf.

Tabla I. Descripción de carburantes

Tipo de Carburante	Nombre del Carburante	Definición
Sólidos carbones:	Antracita: 80 % de C como mínimo.	Es un carbón duro con mayor contenido en carbono y menor contenido en volátiles lo cual representa una ignición poco probable.
	Semiantracita: 75 % de C como mínimo.	Es una antracita con menor contenido de carbono.
	Carbones bituminosos: entra el 65 y el 40 % de C.	Tienen un contenido en sustancias volátiles superior a las antracitas, pero menos contenido en carbono. Por lo que se considera mejor que el Lignito, pero de menor calidad que la Antracita.
	Carbones subbituminosos: entre el 35 y el 40 % de C Lignito: 30 % de C.	Pueden tener el mismo contenido en sustancias volátiles que los bituminosos, pero tienen menos contenido en carbono. Es una clase de carbón con menos contenido en carbono que los anteriores; en generalmente es conocido como un carbón de baja calidad porque tiene menor contenido de sustancias volátiles.
Líquidos: derivados del petróleo	Gasolina.	Es el combustible utilizado en automoción en motores de explosión (MEP). Comprende la gama de hidrocarburos entre C4 C10. Hay diferentes tipos según el índice de octano.
	Tubo-combustibles.	Se le llama así a un conjunto de gasolinas que contienen un elevado índice de octano y son utilizados en los motores de aviación. Comprende la gama de hidrocarburos entre el C10 y el C14.
	Gasóleo.	También llamado diésel o gasoil, es el conjunto de hidrocarburos entre el C14 y el C20. Existen varios tipos El Tipo A que se considera de mejor calidad es el que se utiliza en motores, el tipo B es utilizado en maquinaria agrícola y el tipo C es el más barato y de menor calidad.
	Fuel oil.	También llamado fuel o fuelóleo. Es un combustible utilizado para generar movimiento por lo que su uso es frecuente en plantas de energía eléctrica, calderas y hornos; poseen una alta viscosidad.

Continuación de la tabla I.

Tipo de Carburante	Nombre del Carburante	Definición
Gaseosos	Gas natural.	Se compone principalmente del metano, aunque también posee pequeñas cantidades de otros elementos como propano, etano, nitrógeno. Generalmente se localiza en yacimientos naturales y se utiliza frecuentemente en el hogar y en la industria ya que pertenece a la gama de los combustibles baratos, limpios y amigables con el medio ambiente.
	2. ^a familia.	Comprende el gas natural y cualquier mezcla de gases (principalmente aire propanado o butanado) con propiedades análogas al gas natural. El gas natural es de origen fósil y se encuentra en la naturaleza en grandes bolsas de las que ha de ser extraído. Se distinguen diferentes clases según su procedencia: gas de Argelia, gas del Mar del Norte, gas de Siberia, entre otros.
	3. ^a familia.	Comprende los gases licuados del petróleo, los GLPs: propano, propano metalúrgico y butano. Su principal característica es que se pueden almacenar en fase líquida con relativa facilidad.

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

El poder calorífico se mide en kJ/kg o en kJ/Nm³ en los gases combustibles. Conviene saber que, en los combustibles sólidos y líquidos, el poder calorífico puede referirse a la unidad de masa de combustible bruto, seco, neto seco y neto húmedo, con el siguiente significado:

- Bruto es el combustible tal cual llega al almacén.
- Seco es el combustible sin el agua molecular que hubiera podido absorber.
- Neto seco es el combustible sin cenizas y seco.

- Neto húmedo es el combustible sin cenizas y húmedo.

1.2.1. Gasolina

La gasolina es una mezcla de cientos de hidrocarburos individuales desde C4 (butanos y butenos) hasta C11 como, por ejemplo, el metilnaftaleno. Gasolina de Destilación Directa: ausencia de hidrocarburos no saturados, de moléculas complejas aromáticas- nafténicas. El contenido aromático se encuentra entre 10-20 %.³

1.2.2. Diesel

El combustible diésel tiene de 10 a 20 moléculas de carbono. Tiene propiedades distintas a la gasolina ya que la gasolina tiene hidrocarburos más livianos. El combustible diésel es más pesado y aceitoso, de hecho, a veces se le denomina aceite diésel. Se evapora más lentamente y su punto de ebullición es más alto, sus fracciones tienen un límite de 35° C, incluso supera al del agua. El petróleo diésel tiene un mejor rendimiento en km/L que los motores a gasolina. Además, resulta más económico porque requiere menos refinación.⁴

- Propiedades del diésel
 - Índice de cetano: esta propiedad hace énfasis a la medida que sirve como referencia al grado de inflamabilidad del Diésel, así como al grado de eficiencia de la combustión. El índice de cetano, se relaciona directamente con el diseño, tamaño del motor, capacidad de la carga, velocidad, condiciones de arranque y condiciones atmosféricas, de esta propiedad depende el desempeño de los automotrices. Cuando los motores contienen un bajo índice de cetano pueden presentar un retraso en el encendido del mismo, generando irregularidad y ruidos o vibraciones en el motor. Cuanto mayor es el índice de cetano, más rápida es la ignición.⁵
 - El índice de cetano se incrementa a medida que aumenta la longitud de la cadena. En general, tiene relación con el tiempo transcurrido entre la inyección del carburante y el inicio de la combustión, que se conoce como Intervalo de Incendio.
 - Azufre: elemento presente en el petróleo, el alto contenido de este elemento es considerado como un enemigo silencioso de los motores diésel y puede generar la aparición de depósitos que varían considerablemente en importancia

³ QUISBERT, Elieser. *Gasolina*. <https://www.coursehero.com/file/19717749/gasolina/>.

⁴ JARAMILLO, Miguel. *Diesel*. <https://www.academia.edu/15044291/Diesel>.

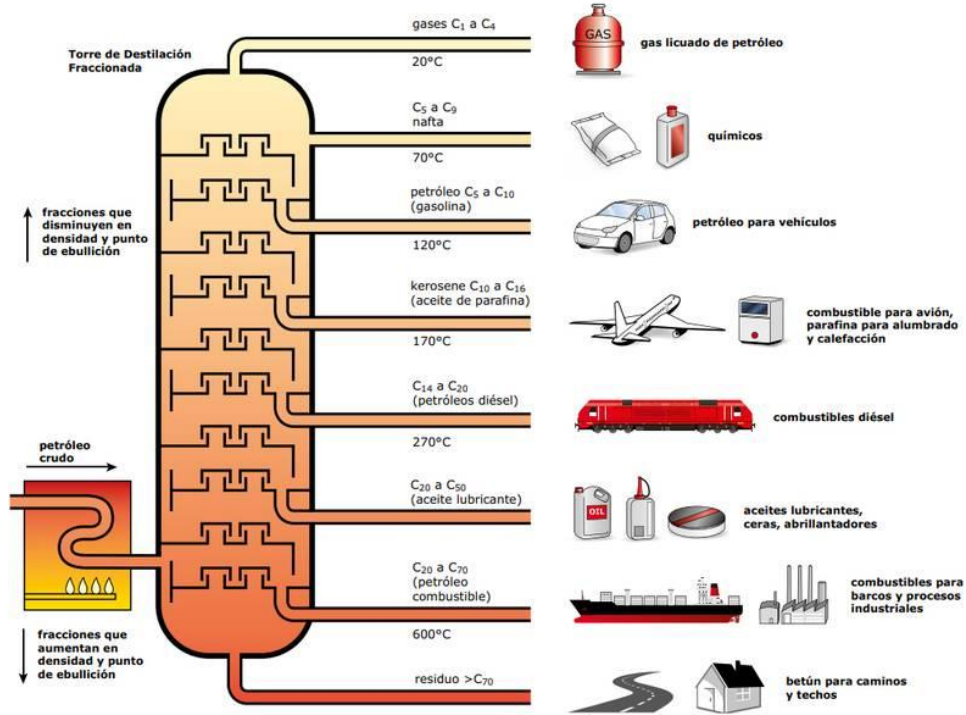
⁵ *Ibíd.* p. 37.

dependiendo en gran medida de las condiciones de funcionamiento del motor. Si el motor está sufriendo desgaste por azufre, se observará que este está consumiendo más aceite de lo normal y podrá notarse un vapor visible en los gases de escape. Sin embargo, el contenido de azufre en el combustible puede reducirse por medio de la refinación.

- Densidad y viscosidad: cuando se habla de densidad, se hace referencia al peso específico de un líquido o material. Por otra parte, la viscosidad es la resistencia que posee un líquido o fluido para moverse, es un fenómeno que se presenta en los lubricantes que varía dependiendo de la temperatura. Las variaciones en la densidad y viscosidad del combustible resultan en variaciones en la potencia del motor y, consecuentemente, en las emisiones y consumo. Para elegir un aceite para un motor automotriz, lo más importante es saber la viscosidad que se recomienda por el fabricante
- Aromaticidad: los aromáticos son moléculas del combustible que contienen al menos un anillo de benceno. El contenido de aromáticos afecta la combustión y la formación de material particulado, y de las emisiones de hidrocarburos poliaromáticos.
- Lubricidad: las bombas de diésel, a falta de un sistema de lubricación externa, dependen de las propiedades lubricantes del diésel para asegurar una operación apropiada. Se piensa que los componentes lubricantes del diésel son los hidrocarburos más pesados y las sustancias polares. Los procesos de refinación para remover el azufre del diésel tienden a reducir los componentes del combustible que proveen de lubricidad natural. A medida que se reducen los niveles de azufre, el riesgo de la lubricidad inadecuada aumenta.⁶

⁶JARAMILLO, Miguel. *Diesel*. <https://www.academia.edu/15044291/Diesel>. p. 38.

Figura 3. **Proceso del petróleo crudo**



Fuente: Oiltanking, *Proceso de refinación de petróleo*.

<https://www.oiltanking.com/es/publicaciones/glosario/detalles/term/el-proceso-de-refinacion-de-petroleo.html>. Consulta: 3 de mayo de 2020.

1.2.3. Etanol

También denominado alcohol, alcohol etílico y alcohol de grano, es un líquido transparente e incoloro y el principal ingrediente de bebidas alcohólicas como cerveza, vino o brandi. Debido a que puede disolverse fácilmente en el agua y otros compuestos orgánicos, el etanol también es un ingrediente de una variedad de productos, desde productos de cuidado personal y belleza, hasta pinturas, barnices y combustibles.⁷

- “Estabilidad: constante bajo condiciones normales y controladas de almacenamiento.

⁷ Chemical Safety. *Usos, beneficios e información sobre el etanol*. <https://www.chemicalsafetyfacts.org/es/etanol/>.

- Fuentes para evitar: calor y humedad. Reacciona violentamente con oxidantes fuertes tales como, ácido nítrico o perclorato magnésico, originando peligro de incendio y explosión.”⁸

1.2.4. Gas líquido de petróleo

Los gases licuados de petróleo, llamados comúnmente con las siglas GLP, son productos combustibles producidos en refinerías, están compuestos por una mezcla de dos hidrocarburos principales como lo son el propano y el butano. Estos son incoloros e inodoros, razón por la cual se le agregan agentes odorizantes como el mercaptán para detectar posibles fugas.

En las condiciones normales de temperatura y presión, los GLP se muestran en estado gaseoso. Para ser licuados, se necesita someter dichos gases a presiones mayores que la atmosférica, deben ser almacenados en tanques especiales a temperatura ambiente.

Los peligros de los GLP son derivados de sus características fisicoquímicas y están presentes en todos los ciclos de utilización, principalmente en el transporte. Al estar en contacto con el aire, forman una mezcla explosiva que puede generar accidentes de grandes magnitudes y obteniendo grandes consecuencias.

Como ejemplo de su potencial peligro se estima que la fuga del contenedor de un simple cilindro de gas doméstico puede formar una nube explosiva de hasta 200 000 litros de mezcla con aire en condiciones ambientales normales. Toda

⁸ T3 Química. *Ficha de datos del Etanol.*
https://www.sspa.juntadeandalucia.es/servicioandaluzdesalud/hrs3/fileadmin/user_upload/area_servicios_generales/prevencion_riesgoslaborales/fichas_seguridad/etanol.pdf.

instalación que involucre movimiento, uso y almacenamiento de GLP debe contar con medidas de seguridad previstas en la fase de construcción de la planta.

Las instalaciones en donde se almacena y manipulan los GLP se deben ubicar en áreas alejadas de cualquier aglomeración y los tanques de almacenamiento deben contar con indicadores de temperatura y presión, los cilindros de gas deben ser almacenados en áreas con adecuada ventilación y alejadas de cualquier vía pública.

1.3. Definición de aceite

El aceite es una sustancia lubricante de motores tiene varias funciones principales, como:

- Reducir la fricción y evitar el desgaste metálico de rozamiento, producto del movimiento entre las piezas.
- Limpieza cuando se produce explosión de la mezcla de aire combustible se producen residuos y el aceite se encarga de evacuar parte de estos residuos, motivo por el cual se debe efectuar un cambio de aceite después de cierto tiempo o kilometraje.
- Protege ante la corrosión ya que los elementos presentes en el motor tienden a oxidarse o corroerse ante la presencia de oxígeno y el aceite posee aditivos que protegen las partes internas de la corrosión.
- Genera un sello para evitar que la combustión y los gases, producto de la quema que se genera dentro del cilindro y del pistón no se escapen y a la vez, lo cual evita que se tenga pérdidas de potencia.
- Contribuye al proceso de enfriamiento del motor.

Se conoce como aceite usado a los aceites que han sido utilizados como lubricantes, líquidos hidráulicos, fluidos para transferencia de calor o medios de flotación. Tampoco se toman en cuenta los productos utilizados como agentes limpiadores que han sido utilizados únicamente por sus características de disolventes, así como algunos derivados del petróleo como anticongelantes y kerosene.⁹

⁹ LLANOS, Francisco. *Propuesta para el manejo del aceite usado de vehículos automotores en el cantón Sígsig*. p. 25.

1.3.1. Generalidades del aceite

El aceite de motor puede ser clasificado en cuatro categorías básicas: aceite sintético, semi-sintético, de alto kilometraje y convencional.

El aceite de motor sintético está formulado para cumplir con las exigencias de los motores debido a que los componentes moleculares del aceite sintético son más uniformes y poseen menos contaminantes que las moléculas de otros aceites. Los aceites sintéticos son estables porque ofrecen un mejor desempeño ya que soportan temperaturas considerablemente altas o bajas lo cual mantiene el motor en óptimas condiciones, se pueden utilizar en intervalos prolongados, son más viscosos, pero como desventaja puede mencionarse el precio, que puede duplicar y en algunos casos triplicar el precio de un aceite mineral.

Según la Sociedad de Ingenieros Automotrices, (Society of Automotive Engineers; SAE) establece que los aceites de motor se clasifican de acuerdo con su viscosidad, la SAE ha establecido distintos códigos numéricos que sirven para diferenciar los aceites, su viscosidad y la temperatura de trabajo. La viscosidad es la resistencia de un fluido o líquido a moverse. El agua es un fluido ligero, por lo tanto, tiene un grado de viscosidad bajo, razón por la cual se puede observar que tienen la capacidad de fluir más rápido en comparación con los fluidos más espesos como el aceite que tiene un grado de viscosidad elevado. Sin embargo, cuando los fluidos más viscosos se ven expuestos a cambios de temperatura; estos fluidos tienden a cambiar su viscosidad al calentarlos o enfriarlos considerablemente.¹⁰

1.3.2. Contaminantes de los aceites

El aceite usado procedente de vehículos y maquinaria industrial es uno de los residuos más contaminantes para la salud y el medio ambiente y de los seres humanos porque en su composición se encuentran metales pesados como lo son el plomo y el cadmio.

Es importante conocer los beneficios de reciclar los aceites usados ya que cuando estas sustancias entran en contacto con aguas de ríos, mares o lagos pueden traer consecuencias perjudiciales para el medio ambiente. Cuando se presenta un derrame de esta sustancia insoluble en el agua, crea una capa

¹⁰ VERGARA, José. *Tipos de aceites de motor*.
<https://www.refaccionariasmonterrey.com/post/tipos-de-aceites-de-motor>.

impermeable lo que, como consecuencia no permite que el oxígeno circule correctamente en el agua, perjudicando la vida marina, además de poseer una degradación muy lenta.

Un litro de aceite usado puede contaminar un millón de litros de aguas potables, porque contienen sustancias químicas tóxicas y metales pesados perjudiciales para el consumo humano.

Además de las aguas de ríos, mares o lagos, el aire también puede verse afectado cuando se quema el aceite usado, esto se debe a que las sustancias presentes en dichos aceites como el plomo, cloro, fósforo y azufre, tras quemarse, emiten gases altamente tóxicos que son perjudiciales para la salud, lo que origina serios problemas de contaminación.

El principal beneficio que se obtiene del reciclaje del aceite usado de motor es que permite cuidar el medio ambiente y proteger el agua, que es lo más importante para los seres humanos para poder sobrevivir. Además, puede ser refinado nuevamente y de esta manera utilizarlo como materia prima para la industria petrolera.¹¹

1.3.3. Degradación del aceite carburante

Se considera un aceite lubricante usado a los elementos utilizados para lubricación de motores que han llegado a su expiración por haber perdido sus características lubricación, protección anticorrosiva y refrigerante y que, además se ha convertido en una amenaza potencial para el medio ambiente a causa de los residuos y contaminantes que este adquiere durante el proceso de su aplicación.

La degradación del aceite lubricante se da por distintos factores como la oxidación, evaporación, mezcla de combustible, temperaturas extremas y contaminación, los efectos de la degradación pueden ser la variación de la viscosidad, reducción de punto de inflamación y película protectora débil.¹²

Todos los efectos de la degradación perjudican directamente sobre las máquinas como una variación en el consumo del combustible, aumento de desgaste y la corrosión.

La degradación de los aceites inicia con la oxidación, desde el momento en que se abren los envases contenedores de aceite, debido al oxígeno que hay en el aire y entra en contacto con los aceites. La oxidación cambia la tonalidad del aceite y aumenta la viscosidad, sin embargo, el grado de la oxidación afecta el aspecto del aceite, pero no afecta su comportamiento. Esto se debe a que, durante el cambio del aceite en las maquinarias, el aceite nuevo se mezclará con el aceite viejo, es decir esta combinación no causará ninguna alteración o daño en sí, pero la próxima

¹¹ Linhai. *Aceite usado: un residuo peligroso*. <https://linhaiespana.es/noticias/aceite-usado-un-residuo-peligroso/>.

¹² VÁQUEZ, Raúl. *Tribología*. <https://silo.tips/download/tribologia6-introduccion6-analisis-de-superficie6-asperezas-y-rugosidades6-textu>.

muestra provocará residuos que puede ser degradado lo cual afectará el potencial del aceite.

Después de su uso, el aceite lubricante consigue concentraciones elevadas de metales pesados, obtenidos principalmente del desgaste de las maquinarias lubricadas con el mismo por contacto de los combustibles.¹³

1.4. Propiedades de los aceites

A continuación, se describen las propiedades de los aceites utilizados como lubricantes en automotores.

1.4.1. Color y fluorescencia

Actualmente, esta característica carece valor crítico de evaluación ya que los aditivos no reflejan esta propiedad. Por otro lado, no existe ninguna relación entre el color y la calidad de un lubricante, sin embargo, estudios del Ministerio de Energía y Minas, por parte del Departamento de fiscalización técnica indican que no se toma toda la importancia al color del aceite como indicativo de un mejor o peor grado de refinación.

La propiedad de color y fluorescencia es la cara de presentación de un aceite virgen que todo usuario puede verlo, pero como específica en el concepto que las personas median su calidad por el color mientras más dorado era mejor, pero en realidad no se mide la calidad de un aceite por su color por presencias de aditivos que enmascaran el color.¹⁴

1.4.2. Densidad

La densidad es la relación entre la masa y el volumen, que se conoce como peso específico. Se sabe, que el aceite tiene una densidad inferior al agua, los aceites aromáticos tienen mayor densidad que los aceites nafténicos que poseen menor densidad.¹⁵

¹³ VÁQUEZ, Raúl. *Tribología*. <https://silo.tips/download/tribologia6-introduccion6-analisis-de-superficie6-asperezas-y-rugosidades6-textu>.

¹⁴ SANCHEZ, RICARDO. *Lubricación – Motores y sistemas de alimentación*. <https://sites.google.com/site/motoresysistemasdealimentacion/lubricacion>.

¹⁵ *Ibíd.*

1.4.3. Viscosidad

La densidad es la relación entre la masa y el volumen, que se conoce como peso específico. Se sabe, que el aceite tiene una densidad inferior al agua, los aceites aromáticos tienen mayor densidad que los aceites nafténicos que poseen menor densidad.¹⁶

1.4.4. Punto de fluidez

Es la capacidad de fluir sin ser perturbado en temperaturas extremadamente bajas, los aceites contienen ceras disueltas con que la temperatura baja se separan y forman cristales que se encadenan formando una estructura rígida, en los aceites que no poseen ceras depende de la viscosidad.¹⁷

1.5. Propiedades térmicas

Se presenta una descripción de las propiedades térmicas de los aceites lubricantes.

1.5.1. Índice de viscosidad

El índice de la viscosidad, al aumentar la temperatura disminuye su viscosidad. Cuanto mayor sea el índice de viscosidad de un aceite lubricante para máquina o motor, se observará menos influido en su viscosidad por la elevación de cargas y temperaturas y por tanto, un mejor comportamiento lubricante.¹⁸

1.5.2. Punto de inflamación y fuego

El punto de inflamación y fuego es cuando la temperatura del aceite llega al punto de inflamación, el aceite elimina vapores se inflaman cuando una llama abierta es aplicada, cuando una prueba de este tipo se realiza bajo condiciones específicas, la temperatura a la cual esto sucede se denomina punto de inflamación, los vapores a esta temperatura son lo suficiente para provocar una combustión sostenida y por

¹⁶ SANCHEZ, RICARDO. *Lubricación – Motores y sistemas de alimentación*. <https://sites.google.com/site/motoresysistemasdealimentacion/lubricacion>.

¹⁷ *Ibíd.*

¹⁸ Kluber Lubrication. *Cálculo de índice de viscosidad*. <https://www.klueber.com/ar/es/productos-y-servicios/servicios/calculo-del-indice-de-viscosidad/>.

ende la llama desaparece, a este punto se denomina punto de fuego. Los puntos de inflamación de los aceites nuevos varían de acuerdo con su viscosidad, de alta viscosidad tiene altos puntos de inflamación. Estos puntos están afectados por el tipo de crudo. Aceites nafténicos tienen menores puntos de inflamación que aceites parafínicos de viscosidad similar.¹⁹

1.5.3. Punto de congelación

Cuando el motor está a temperaturas normales los aceites lubricantes son líquidos; y cuando está a elevadas el aceite aumenta su fluidez considerablemente.

El enfriamiento a temperaturas más bajas de lo normal trae consigo un aumento en la viscosidad, cuando la temperatura es tan baja que el aceite alcanza un estado sólido, a esa temperatura se le denomina punto de congelación. En este punto el aceite no es homogéneo, ya que está constituido por fracciones de este que están sólidas y fracciones no solidificadas.²⁰

1.5.4. Punto de enturbiamiento

“Es la temperatura ideal que las parafinas y otras sustancias empiezan a separarse en forma de cristales aumentando notablemente el riesgo de obstrucciones en el circuito de lubricación”.²¹

1.6. Propiedades químicas

Se describen las propiedades químicas de los aceites lubricantes.

¹⁹ MASÍAS, Roly. *Implementación del plan y manejo de reciclaje de lubricantes en el taller mecánico de motos Ssenda para reducir la contaminación ambiental en el distrito de Ate.* p. 9.

²⁰ *Ibíd.*

²¹ SANCHEZ, RICARDO. *Lubricación – Motores y sistemas de alimentación.* [https://sites.google.com/site/motoresysistemasdealimentacion/lubricacion.](https://sites.google.com/site/motoresysistemasdealimentacion/lubricacion)

1.6.1. Formación de espuma

El aceite produce espuma ligera por agitación enérgica con el aire y otros componentes, la formación de espuma puede ser de distintos tamaños. Si esto llega a producirse en un grado elevado, tendremos pérdidas de aceite, una lubricación ineficaz y un consumo elevado de aceite. Por tanto, el grado de no formación de espumas es otra de las características del aceite.²²

1.6.2. Índice de alquitrán

Es la cantidad de sustancias alquitradas en valores porcentuales de un aceite, el índice de alquitración es un proceso de envejecimiento artificial para establecer la predisposición del aceite a temperaturas y en contacto con el aire, con el aceite en uso se puede comprobar su envejecimiento. El aceite a temperaturas ambiente cuando entra en contacto con el aire, se puede comprobar su uso y envejecimiento.²³

1.6.3. Emulsionabilidad del aceite

“Es la capacidad de un líquido no soluble en agua para formar una emulsión”.²⁴

1.6.4. Untuosidad

“Para evitar el desgaste de metal con metal se usa el lubricante se utiliza aditivos de untuosidad. Este aditivo ayudará a que las válvulas, tuercas del motor, entre otros, tengan una larga vida. Estas moléculas tendrán la capacidad de estar pegado y en contacto de las fuerzas”.²⁵

²² SANCHEZ, RICARDO. *Lubricación – Motores y sistemas de alimentación*. <https://sites.google.com/site/motoresysistemasdealimentacion/lubricacion>.

²³ SAIS, Diego. *Corrección de fallas*. <https://miguelmecnica.blogspot.com/2009/04/correccion-de-fallasdiego-osvaldo-saiz.html>.

²⁴ CAMERONI, Estefani. *Propiedades físicas de los lubricantes*. <https://es.slideshare.net/estefanicameroni/propiedades-fsicas-de-los-lubricantes-presentacin>.

²⁵ *Ibíd.*

2. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Normativa vigente en Guatemala

Se hace una descripción de la normativa vigente en referencia al tratamiento de desechos de aceites lubricantes y carburantes en Guatemala.

2.1.1. Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales

Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Dto.68-86). El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico, por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente.²⁶

Acuerdo Gubernativo Número 234-2004. La contaminación de los suelos y las aguas por desechos sólidos constituye un problema de saneamiento ambiental que ha adquirido proporciones alarmantes en todo el país y que además puede poner en riesgo la salud y bienestar de sus habitantes.²⁷

2.1.2. Ministerio de Energía y Minas

Entre las funciones de este ministerio están:

²⁶ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Ley de protección y mejoramiento del medio ambiente*. <http://www.infom.gob.gt/archivos/gobierno-abierto/compendio/LEY%20DE%20PROTECCION%20Y%20MEJORAMIENTO%20DEL%20MEDIO%20AMBIENTE.pdf>.

²⁷ Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. *Comisión para el manejo de desechos sólidos*. http://cretec.org.gt/wp-content/files_mf/acuerdogubernativo2342004.pdf.

- Estudiar y fomentar el uso de fuentes nuevas y renovables de energía; promover su aprovechamiento racional y estimular el desarrollo y aprovechamiento racional de energía en sus diferentes formas y tipos, procurando una política nacional que tienda a lograr la autosuficiencia energética del país.
- Emitir opinión en el ámbito de su competencia sobre políticas o proyectos de otras instituciones públicas que incidan en el desarrollo energético del país.
- Ejercer las funciones normativas y de control y supervisión en materia de energía eléctrica que le asignen las leyes.²⁸

2.1.3. Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social

Es el encargado de velar por la salud y bienestar de la población en general, para esto, juega un papel importante en la reducción de contaminantes y control de desechos. Por medio del Decreto 90-97 se responsabiliza las municipalidades para la prestación de servicios de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos de acuerdo con las leyes específicas y en cumplimiento de las normas sanitarias aplicables.

2.2. Centros de servicio

Dentro de los centros de servicio están las estaciones de servicio, estaciones de consumo propio, almacenamiento propio, almacenamiento para distribución, centros de servicios automotrices para público en general y para sector privado.

2.2.1. Forma de reciclaje común

La forma de reciclaje común es que los carburantes, aceites y lubricantes son depositados en contenedores de metal para su almacenamiento hasta que

²⁸ Ministerio de Energía y Minas. *Quiénes somos*. <https://mem.gob.gt/objetivos-funciones-valores-2/>.

sean recogidos por una empresa de extracción de desechos comunes, no se da un tratamiento ambiental a los residuos.

2.2.2. Infraestructura del área de trabajo

La infraestructura para el área de trabajo de debe contar con toneles para depósito de diferentes tipos de lubricantes y aceites, así como para el manejo de residuos de carburantes.

2.2.3. Infraestructura de almacenamiento

Se presenta la infraestructura de almacenamiento para las estaciones de servicio.

Figura 4. **Área de Almacenamiento de Lubricantes**



Fuente: Estación de Servicio de Procesos de Hidrocarburos y Sistemas de Mejoramiento Ambiental (PRHISMA).

2.3. Talleres de servicio

Una vez recolectado el material para reciclaje se procede a trasladarlo a los diferentes talleres de servicios o empresas que se encargan de realizar el reciclaje dándole un tratamiento o bien reutilizándolo. Para esto, se realiza un reciclaje común el cual se describe a continuación.

2.3.1. Forma de reciclaje común en taller de servicio

El reciclaje común en los talleres de servicio se realiza por medio de un refinamiento al lubricante que la empresa suministra, con este refinamiento se logra utilizar el desecho como combustible alterno.

2.3.2. Infraestructura del área de trabajo en taller de servicio

Una vez el piloto llega al taller de servicio para descargar el lubricante, se debe proceder a la descarga de este. Para ello, los talleres de servicio cuentan con la infraestructura necesaria, disponiendo de tanques para almacenamiento, bomba y el lugar para la descarga se encuentra rodeado por un desagüe en el caso que exista derrames en el proceso.

2.3.3. Infraestructura de almacenamiento en taller de servicio

Gracias a que los lubricantes utilizados son poco inflamables, pueden ser almacenados en toneles cerrados correctamente. Estos son apilados en una bodega que cuenta con suficiente ventilación y está señalizada según corresponde.

2.4. Manejo de carburantes automotrices

El manejo de carburantes debe ser realizado por personal capacitado con el equipo de protección adecuado. Este se describe a continuación:

2.4.1. Metodología de tratamiento

Una vez recolectado el carburante automotriz, es almacenado en la empresa a espera de su recolección para ser trasladado. Una vez se obtiene la cantidad necesaria de carburante, es movilizadado por medio de un camión hacia la empresa donde se dará el tratamiento adecuado. Esta es una actividad esencial para la seguridad de los empleados y para la reducción de desechos.

2.4.2. Impacto por prevenir

El impacto por prevenir en la contaminación cruzada es verter los residuos en agua residuales, generar partículas de CO^2 al ambiente, generar niveles de ruido estridente.

2.4.3. Indicador de cumplimiento

Los indicadores ambientales son los que evalúan el estado y los cambios en ciertos factores del medio ambiente por ejemplo el agua, el aire, el suelo, entre otros. Muchos indicadores ambientales expresan simplemente parámetros puntuales, otros pueden obtenerse a partir de un conjunto de parámetros relacionados por cálculos complejos. Estos indicadores independientemente de los otros tipos que componen un sistema, tampoco pueden medir la sostenibilidad de un municipio. Para el control del cumplimiento respecto al manejo de carburantes automotrices se manejan los siguientes:

- Cantidad de carburante recolectado.
- Cantidad de carburante entregado.

2.5. Manejo de aceites

El manejo de aceites debe ser similar a las consideraciones tomadas respecto a los carburantes automotrices. Ya que estos también generan un impacto ambiental considerable y se tiene riesgo de incendio.

2.5.1. Metodología de tratamiento de aceite

El aceite usado es desechado luego de cumplir su propósito que es de lubricar, disipar el calor y evitar la fricción excesiva entre los elementos móviles del motor, cumpliendo su función para el cual fue elaborado, se debe efectuar una manipulación segura al momento de extraerlo del vehículo, es necesario prestar la debida atención, primero tener listo una bandeja para recibir el aceite usado.

En seguida, depositar el aceite usado a un reciclaje adecuado, luego extraer el filtro de aceite y dejar un tiempo de 24 horas para que el aceite que esté dentro salga por completo, porque en el filtro puede contener hasta un litro de aceite usado.

A continuación, embolsar el filtro de aceite y llevar a un depósito de filtros, para su disposición final. Luego el aceite recolectado del motor es almacenado en toneles a la espera de su traslado para el tratamiento y reciclaje.

2.5.2. Impacto por prevenir en la contaminación con aceite

Los parámetros fisicoquímicos de los aceites lubricantes son de carácter analítico, donde se permiten distinguir y seleccionar los lubricantes, pero no expresan su valor de lubricante. Hasta el día de hoy existe una prueba y ensayo del aceite de la máquina en usar, bajo las condiciones reales de servicio que está sometida la máquina. Por lo tanto, la propiedad de un aceite lubricante a seleccionar de manera adecuada para un servicio debe garantizar las cualidades únicas, para poder hacer uso de estas para generar un excelente rendimiento, en este caso garantizar una perfecta lubricación, protección evitando un desgaste prematuro de los elementos sometidos a fricción, creando una película de lubricación que, de acuerdo con las propiedades, pueden tener diferentes características.

Sin embargo, para la empresa lo más importante respecto al aceite es la cantidad recolectada y entregada para minimizar el impacto ambiental.

2.5.3. Indicador de cumplimiento para tratamiento de desechos

Para el control del cumplimiento del correcto desecho y tratamiento de los aceites la empresa hace uso de los siguientes indicadores:

- Cantidad de aceite recolectado.
- Cantidad de aceite entregado.

2.6. Organización del área de trabajo

Para realizar las actividades de recolección y entrega de desechos se presenta la forma de organización en el área de trabajo.

2.6.1. Objetivos de la caracterización de residuos

El objetivo es minimizar el daño al medio ambiente a caracterización, de los residuos de los centros de servicio y estaciones de consumo, esto se lleva a cabo por medio de los siguientes objetivos:

- Recolectar los residuos de aceite y carburantes.
- Realizar el correcto almacenamiento de los residuos.
- Entregar de manera correcta los residuos a la recicladora.
- Minimizar la cantidad de derrames.

2.6.2. Impactos por prevenir

Cuando el aceite usado está altamente contaminado y además se encuentra oxidado, los procesos de re-acondicionamiento no son viables y la re-refinación es una alternativa para la recuperación de estos aceites. El proceso de re-refinación es un proceso drástico en el cual además de removerse los contaminantes se remueven productos solubles, ácidos, asfaltos gases, entre otros.

El proceso de re-refinación es similar al proceso de refinación al cual es sometido el crudo para la obtención de los aceites bases y el aceite refinado es prácticamente igual al aceite base.

Los procesos de re-refinación no son tan ampliamente usados, ya que por lo general con un proceso de re-acondicionamiento es suficiente. La refinación involucra altos costos de inversión y un costo operativo alto, por lo cual es solo viable para el reciclaje de grandes volúmenes de aceite usado.

Los métodos utilizados para la re-refinación de aceites usado son:

- Tratamiento químico.
- Extracción por solvente.
- Tratamiento absorbente.
- Destilación o fraccionación.
- Hidro-tratamiento.
- Proceso convencional ácido – arcilla.

El aceite usado se somete a un tratamiento con ácido sulfúrico concentrado, el cual reacciona con polímeros, asfaltos, aditivos degradados y otras sustancias propias de la degradación del aceite, formándose un lodo el cual es filtrado o decantado. El aceite es neutralizado con arcilla activada a elevada temperatura. La arcilla además blanquea el aceite y absorbe ciertas impurezas que no son removidas con el tratamiento ácido. Finalmente, el aceite es filtrado para extraerle

los sólidos y la arcilla. Si los aceites usados que se procesan son de distinta viscosidad, es necesario un proceso de destilación o fraccionamiento, en el cual el aceite se separa según su viscosidad.

2.7. Empleo de equipo de protección personal

Se describe las medidas de protección personal para los colaboradores que realizan la labor de manejar los desechos industriales.

2.7.1. Objetivo del uso de protección personal

El objetivo de la protección personal es cumplir con la normativa del acuerdo gubernativo 229-2014²⁹ que establece que el patrono debe brindar todas las medidas de salud seguridad ocupacional para la realización de las tareas de operaciones, mantenimiento en industrias.

2.7.2. Medidas de prevención

Como medidas de prevención para los trabajadores de la empresa se tiene el uso de equipo de protección personal obligatorio, en la tabla siguiente se describe este equipo.

²⁹ Ministerio de Trabajo y Prevención Social. *Acuerdo Gubernativo 229-2014*. <https://www.mintrabajo.gob.gt/index.php/documentacion/acuerdos-ministeriales#2014>.

Tabla II. **Equipo de protección personal**

Equipo	Imagen
<p>Casco: el uso del casco de seguridad es fundamental para evitar accidentes ya que su objetivo es proteger la cabeza de quien lo utiliza de peligros, golpes, además es dieléctrico.</p>	
<p>Guantes aislantes de la electricidad: son guantes dieléctricos para baja y alta tensión.</p>	
<p>Gafas protectoras: se utilizan para evitar la entrada de objetos pequeño y/o grandes al ojo del trabajador que puedan lastimarlo.</p>	
<p>Arnés de seguridad con línea de vida: cuando se hacen trabajos en altura, se debe de contar con protección anti caídas, esto es una medida de seguridad para evitar accidentes fatales.</p>	
<p>Bota dieléctrica: calzado para aislar la corriente eléctrica, es de su importancia utilizarlo para prevenir accidentes.</p>	

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

3. PROPUESTA PARA APLICAR LAS BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA

3.1. Validación del plan de manejo

Para realizar la validación del plan de manejo se propone una etapa de aplicación, integración del modelo y valoración de los residuos.

3.1.1. Etapas de aplicación

Inicia por la caracterización de los residuos, para su almacenamiento temporal, previo a su disposición final.

3.1.2. Integración al modelo de plan de manejo

Establece los residuos permitidos mediante tratamiento térmico en instalaciones de incineración de residuos o desechos peligrosos que realicen co-procesamiento. Luego de definir las etapas del proceso, se debe aplicar el plan de manejo de desechos, el cual debe ser aplicado por los colaboradores de la empresa y supervisado de manera correcta para asegurar la aplicación de las buenas prácticas de manufactura.

3.1.3. Valorización de los residuos

Los residuos para fines de tratamiento, almacenamiento y transporte se clasifican por medio de criterios que se describen en la siguiente tabla:

Tabla III. **Valoración de residuos**

Origen	Valor
Estación de servicio	Reciclaje
Taller mecánico	Reciclaje y desecho
Generadoras eléctricas	Reciclaje

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

3.2. Normas para el manejo de los desechos carburantes

El reciclaje del aceite usado es una opción a la disposición del aceite no solo porque la normativa del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales dispone en el manejo de desechos sólidos y líquidos, así lo estipula y por el compromiso que se debe tener por la protección del medio ambiente, sino también por un motivo económico, en la actualidad el petróleo y sus derivados han alcanzado un alto precio y el aceite reciclado es una opción para la lubricación de variadas aplicaciones.

3.2.1. Condiciones y elementos necesarios

Se deben usar tanques fabricados en lámina metálica resistente a la acción de los hidrocarburos y libres de corrosión. Estos deben permitir el traslado por bombeo del aceite usado desde y hacia las unidades de transporte autorizadas, garantizando que no se presenten fugas, goteos o derrames.

Se debe garantizar la confinación total del aceite usado almacenado. Es necesario contar con un sistema de filtración instalado en la boca de recepción del tanque o contenedor que evite el ingreso de partículas superiores a 5 milímetros.

3.2.2. Sistema de tubería y válvula

Las válvulas, tuberías y acoples utilizados para el bombeo del aceite usado deben ser de acero debido a la facilidad de limpieza y resistencia del material a los residuos que se recolectan.

3.3. Tanques superficiales medidas de recolección

Los anques superficiales son depósitos para la recolección de los desechos para lo cual se deben de tomar medidas preventivas para su recolección, traslado, depósito y cuidado de la salud del personal operativo.

3.3.1. Medidas de protección personal

Con el fin de evitar lesiones, enfermedades o afectaciones en la salud por la manipulación del aceite usado y de las herramientas para su manejo, se recomienda que el personal utilice:

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

3.3.2. Recibo de carburantes y aceites

Se recomienda que el generador de carburantes y aceites solicite la recolección y movilización de aceites usados a empresas especializadas en el transporte de mercancías peligrosas. Es importante verificar que estas cuenten con las licencias, autorizaciones o registros que soliciten y reglamenten las autoridades ambientales del país.

En este caso la empresa cuenta con las licencias y autorizaciones para el manejo de desechos los cuales son almacenados a la espera de su traslado al lugar de tratamiento.

3.3.3. Almacenamiento de desechos

El almacenamiento de aceites usados es una actividad que conlleva muchos riesgos tanto por ser un residuo peligroso como por los hidrocarburos volátiles que están disueltos en ellos. Por lo que, derivado de esto se debe establecer normas y procedimientos que se recomienda sean implementados con el objetivo de reducir los riesgos tanto para la salud humana como para el ambiente, garantizando su destinación ambientalmente segura.

Es recomendable que el almacenamiento de aceites usados se realice en un lugar que cumpla con las condiciones que se señalan a continuación y que estas permitan asegurar un buen manejo, almacenamiento y entrega de los aceites usados al transportador.

Se debe tener extintores, la capacidad mínima de estos deben ser de 20 libras de polvo químico seco para zonas de almacenamiento localizadas en áreas abiertas, o en su lugar, un extintor multipropósito de 20 libras para zonas de almacenamiento poco ventiladas. Además, se recomienda:

- Que los extintores sean recargados al menos una vez al año y que la etiqueta sea legible en todo momento.
- Que esté localizado a una distancia máxima de 10 metros de la zona de almacenamiento temporal de los aceites lubricantes usados.
- Que los extintores estén ubicados a una altura de un metro con cincuenta centímetros.
- Del área de almacenamiento:
 - Debe estar claramente identificada y señalizada como “Área De Almacenamiento De Aceites Usados” – “Prohibido Fumar”.
 - Debe ubicarse de manera que permita llevar a cabo con normalidad las actividades, permitiendo el paso libre a los vehículos que transportan el aceite usado, de no contar con ese paso debe tener instrumentos que sirvan para la movilización de las sustancias.
 - Debe tener los pisos impermeables y revestidos con material epoxi para evitar filtración de sustancias contaminantes. No deben ser resbalosos y no deben tener grietas que dificulten su limpieza; además deben ser resistentes al contacto con los componentes de los aceites usados. El área de almacenamiento debe tener una

pendiente mínima del 1 % en dirección al sistema de rejillas o pozo de succión donde se hará la captación de los derrames en que se incurra en ese sitio.

- Utilizar una cubierta en material no combustible, que evite el ingreso de agua de lluvia al sistema de almacenamiento del aceite usado.
 - En caso de derrames o fugas, el piso debe poseer canales con rejillas y sin conexión con el alcantarillado, hasta donde serán conducidos los aceites usados derramados.
 - Se debe tener un kit para el control de fugas y derrames.
- Salidas de emergencia:
 - Se debe contar con salidas de emergencia distintas a las puertas principales de ingreso.
 - Debe tener puertas que se abran en el sentido de la evacuación sin necesidad del uso de llaves.
 - Deben tener pasillos amplios que permitan el libre acceso de unidades de contención hacia zonas con posibilidad de evacuación en doble direccionamiento.
- Muro cortafuego:

- Para mantener aislada el área de almacenamiento de aceite usado de otras áreas de almacenamiento con residuos peligrosos, se recomienda:
 - Tener muros con materiales sólidos como ladrillos y bloques de cemento.
 - Que tenga una altura de hasta 50 cm por encima de la cubierta.

3.3.4. Medidas para fugas, goteos, derrames

Es recomendable que en el área de trabajo se cuente con un kit para el manejo y control de los derrames que se presenten, que esté dotado al menos con:

- Material oleofílico absorbente (diferente al aserrín y a la estopa).
- Barreras absorbente.
- Pala anti chispas.
- Bolsa de polietileno de alta densidad.
- Cinta de seguridad para aislar la zona de derrame.

3.4. Reciclaje de carburantes

Reciclar el aceite usado es una opción amigable para proteger el medio ambiente no solo porque así lo requiere la normativa en Guatemala, sino porque es una opción económica, dado que en la actualidad los derivados del petróleo han sufrido un alza en los precios y el aceite reciclado puede utilizarse para lubricar muchas piezas de motor.

El reciclaje del aceite usado está basado en el hecho de que el aceite base es prácticamente indestructible. Y este cuando está usado se encuentra solo contaminado.

Por lo tanto, el proceso de reciclaje básicamente consiste en la extracción de dichos contaminantes. Diversos métodos se han desarrollado para la recuperación.

3.4.1. Método de reacondicionamiento

Los métodos de reacondicionamiento de los aceites usados consisten en medios por los cuales se eliminan impurezas o sólidos presentes en estos aceites con el objetivo de utilizarlo como lubricante y alargar la vida útil del equipo.

3.4.2. Filtración

Se define como la separación de sólidos insolubles presentes en un líquido. Se realiza haciendo pasar el líquido a través de un medio poroso el cual detiene los sólidos y permite el paso del líquido.

El objetivo de la filtración industrial es separar los sólidos que se encuentran en un líquido.

Generalmente, se considera de suma importancia la selección adecuada del medio filtrante para asegurar el funcionamiento eficiente o el buen rendimiento del filtro, no obstante, se debe considerar que la filtración puede verse afectada por el incremento de temperatura ya que, al existir un incremento de temperatura, la viscosidad del líquido disminuye lo que permite que el líquido circule con mayor facilidad. Se debe seleccionar el mejor medio filtrante por su capacidad para retener los sólidos sin obstrucción y derrame de partículas al iniciarse el proceso de filtración.

3.4.3. Separación magnética

Este proceso se utiliza para la extracción de partículas metálicas desde el aceite usado. Son diversos los extractores magnéticos o filtros magnéticos desarrollados, pero se dividen en dos tipos los más utilizados para esta aplicación.

- El primer tipo es un cilindro con una rejilla, por donde pasa el aceite de manera continua, la rejilla está magnetizada por dos imanes permanentes, este filtro magnético debe limpiarse con frecuencia para extraer las partículas metálicas.
- El segundo tipo de filtro magnético es de construcción similar, pero el cilindro es rotatorio y debido a la fuerza centrífuga el filtro se auto limpia, por lo tanto, no es necesario detener el proceso de purificación del aceite.

3.4.4. Deshidratación en vacío

La deshidratación en vacío es un proceso donde el agua y otras impurezas tales como gasolina, solventes, gases ocluidos (gases disueltos), son removidos por destilación bajo vacío. El agua y el aceite son inmiscibles, lo cual facilita su extracción desde el aceite a través de otros métodos, pero cuando agua se presenta como una emulsión la extracción de esta no es posible, siendo la evaporación del agua una alternativa para la extracción de esta y romper las emulsiones, pero la temperatura de saturación a presión atmosférica degrada el aceite, por lo tanto, la evaporación debe darse a una presión tal que la temperatura no afecte al aceite

3.5. Gestión interna del manejo de carburantes

Se describe las acciones a realizar para la gestión del manejo de los desechos carburantes.

3.5.1. Generación de desechos

Las principales fuentes de generación de aceites usados de origen automotor son los talleres de reparación de vehículos, servicios técnicos automotores, estaciones de servicio, talleres de cambio de aceite, y empresas de transporte.

3.5.2. Manejo de aceites en las instalaciones del generador

El principal objetivo del manejo adecuado de los aceites usados de motor es la prevención y reducción de formación de residuos peligrosos, y a la vez establecer buenas prácticas de manejo de estos. Por lo que, a continuación, se

especifica una serie procedimientos para implementar dentro de las instalaciones realicen servicios que generen residuos peligrosos.

Para prolongar la utilidad del aceite y reducir la cantidad de aceite residual generado, es importante observar y hacer un análisis fisicoquímico, de manera que se pueda determinar que dicho aceite ha perdido las características que lo identifican como producto y así pueda ser desechado libremente.

Figura 5. **Análisis visual del aceite usado y sistema circulatorio con filtros**



Fuente: Área de Generación, empresa Procesos de Hidrocarburos y Sistemas de Mejoramiento Ambiental (PRHISMA).

Es de suma importancia adaptar mejoras al uso del aceite, como la implementación de aceites sintéticos en algunas aplicaciones, que permitan extender los intervalos de recambio y su resistencia ante agentes externos, reduciendo la generación del volumen de aceite usado.

3.6. Gestión externa del manejo de carburantes

Se hace referencia a las actividades que realizan los gestores una vez se retira el aceite usado del almacenamiento interno de las instalaciones del generador. En tal sentido, trata de las actividades de transporte del aceite usado realizadas por el transportador y del almacenamiento temporal o del tratamiento para su aprovechamiento en instalaciones licenciadas por la Autoridad Ambiental-MARN.

3.6.1. Manejo de desechos durante el transporte

Dentro de las operaciones que constituyen el manejo integral ambientalmente seguro de los aceites usados, el transporte es la que mayor riesgo conlleva, teniendo en cuenta que es durante esta operación que hay mayor probabilidad de contingencias asociadas con derrames y con contacto de las personas encargadas de su manejo, generando posibles situaciones de emergencia que resulten en afectaciones al medio ambiente y la salud de las personas.

Para el transporte de aceite usado existen básicamente tres opciones de embalaje:

- Tambores metálicos de 55 galones de capacidad.
- Contenedores con capacidad superior a 55 galones, no fijos a la estructura del vehículo (por ejemplo, isotanques).
- Vehículos tipo cisterna.

En todos los casos se recomienda tener especial cuidado con los recipientes de modo tal que se encuentren en perfecto estado, sin abolladuras ni daños en sus bordes, construidos con materiales resistentes a la corrosión y a la acción de los hidrocarburos y que se puedan cerrar de forma hermética antes de iniciar su movimiento, garantizando la confinación total del aceite lubricante usado y evitando cualquier tipo de derrame.

Unidades de embalaje (tambores y contenedores con capacidad superior a 55 galones). Se recomienda que cada tambor de 55 galones y los contenedores con capacidad superior a 55 galones, estén rotulados con las palabras “ACEITE USADO” en tamaño legible.

3.6.2. Manejo de desechos usados durante el almacenamiento

El almacenamiento de aceites usados es una actividad que se realiza para el bodegaje de aceite usado de uno o varios generadores, para su posterior tratamiento. Requiere para su instalación, funcionamiento y desmantelamiento de la expedición de una licencia ambiental por parte de MARN.

3.7. Análisis financiero de la propuesta

Como parte de la propuesta se realiza un análisis financiero, esto con el objetivo de cuantificar los costos en que incurren las mejoras y los beneficios monetarios obtenidos por la empresa. Por otra parte, luego de realizado el análisis la única inversión que se debe considerar para la empresa es la adquisición de equipo de protección personal nuevo y garantizar así la seguridad de sus colaboradores.

3.7.1. Valor presente neto

El análisis del valor presente neto comienza con la definición del flujo de efectivo el cual se calcula restando las entradas y salidas de efectivo que representan las actividades operativas de la empresa. Para esto se proyecta el ingreso de los próximos 5 meses, al igual que los costos, como se describe en la siguiente tabla:

Tabla IV. Costos de la propuesta

Descripción	Cantidad	Costo Unitario	Total
Casco	2	Q 60,00	Q 120,00
Guantes	2	Q 30,00	Q 60,00
Lentes protectores	2	Q 35,00	Q 70,00
Arnés	2	Q 600,00	Q 1 200,00
Botas	2	Q 600,00	Q 1 200,00
Total			Q 2 650,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

Tabla V. Flujo de efectivo

Meses	1	2	3	4	5
Ventas	100 000,00	100 000,00	100 000,00	100 000,00	100 000,00
Total de Ingresos	100 000,00	100 000,00	100 000,00	100 000,00	100 000,00
Planilla	40 000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00
Insumos	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00
Gastos varios	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00
Total de Egresos	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00	60 000,00
Flujo de Efectivo	40 000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00	40 000,00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

Para el cálculo del valor presente neto se considera una tasa efectiva del 5 % y se toma en cuenta el flujo proyectado de ingresos y egresos para la empresa, se resume en la siguiente tabla:

Tabla VI. **Cálculo del Valor Presente Neto**

	Inversión	1	2	3	4	5
Flujo de Efectivo	-Q 2 650,00	Q40 000,00	Q40 000,00	Q40 000,00	Q40 000,00	Q40 000,00
Tasa	0,05					
VPN	Q162 408,64					

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word 2016.

El valor presente neto tomando en cuenta los ingresos de los siguientes 5 meses de la empresa es de Q 162 408,64 por lo que se concluye que el proyecto es rentable.

3.7.2. Tasa interna de retorno

El cálculo de la tasa interna de retorno es un indicador que evalúa al proyecto y la rentabilidad de este en el tiempo, para ello se hace uso del flujo de efectivo proyectado en el inciso anterior. Para realizar el cálculo de la TIR se utiliza la siguiente ecuación:

Figura 6. **Fórmula de la TIR**

$$VAN = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1 + TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1 + TIR)} + \frac{F_2}{(1 + TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1 + TIR)^n} = 0$$

Fuente: Economipedia. *Tasa interna de Retorno*. <https://economipedia.com/definiciones/tasa-interna-de-retorno-tir.html>. Consulta: 9 de junio de 2020.

Aplicando dicha fórmula se obtienen los siguientes resultados:

Tabla VII. **Cálculo de la TIR**

	Inversión	1	2	3	4	5
Flujo de Efectivo	-Q 2 650,00	Q40 000,00	Q40 000,00	Q40 000,00	Q40 000,00	Q40 000,00
TIR	1 509%					

Fuente: elaboración propia, empleado Microsoft Word 2016.

Se obtiene un TIR del 1509 % debido a que los ingresos de la empresa se mantienen en el tiempo con una única versión de Q 2 650,00 por lo cual el proyecto desde este punto de vista es rentable.

3.7.3. **Beneficio costo**

Este análisis compara únicamente la cantidad de inversión contra el valor de los beneficios obtenidos para así concluir si la implementación de las mejoras representa un beneficio real para la empresa.

Figura 7. **Beneficio costo**

$$\frac{B}{C} = \frac{VPN}{Inversión} = \frac{Q 162 408,64}{Q 2 650,00} = 61,29$$

Fuente: elaboración propia.

El valor obtenido de la relación beneficio costo es de 61,29 por lo que se interpreta que por cada quetzal invertido se obtiene un beneficio de Q 61,29. Por lo cual es factible incluir las mejoras propuestas.

4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1. Tratamiento y aprovechamiento de carburantes usados

Actualmente y a nivel mundial se ha desarrollado conciencia sobre el cuidado y manejo adecuado de los aceites usados y del mismo modo, se han desarrollado distintos métodos para su manejo, uno de ellos es el tratamiento para el aprovechamiento como combustible y el re-refinamiento.

Las aplicaciones más destacadas para estos desechos son: el aprovechamiento energético mediante su quema directa en hornos de clínker para la producción de cemento o utilizarlo como combustible cuando ya ha sido tratado; también utilizarlo en mezclas con *fueloil* para plantas de asfalto, calderas, coquerías, ladrilleras, entre otras. De igual forma se encuentra el aprovechamiento del aceite usado a través de su re-refinación aplicando tratamientos fisicoquímicos para obtener bases lubricantes.

4.1.1. Consideraciones de tratamiento y aprovechamiento de carburantes usados

Cuando los aceites usados son tratados con distintos procesos fisicoquímicos que eliminan agua, sedimentos, entre otros, se obtiene un producto que se puede utilizar como combustible. Siendo esta la mejor forma de reciclaje.

4.1.2. Tratamiento de carburantes

El tratamiento que se le brinda a los carburantes es realizado por una empresa especializada, sin embargo, se debe suministrarle los desechos con la menor cantidad de contaminantes físicos.

Para llevar a cabo esto se realiza un proceso de filtrado y recolección de sólidos por medio de imanes.

4.1.3. Tratamiento de aceites

Los aceites usados se pueden someter a una serie de tratamientos con el objetivo de eliminar algunas sustancias que se han incorporado a estos durante su uso, dichas sustancias pueden ser: metales, humedad, sedimentos, productos de oxidación por efectos de las altas temperaturas, entre otros.

Los tratamientos que se utilizan comúnmente para los aceites usados son:

- **Sedimentación:** este tratamiento físico se realiza por la acción de la gravedad principalmente en los tanques de almacenamiento de aceite usado y se desarrolla por la diferencia de densidades entre los diferentes componentes del aceite usado, como son las partículas sólidas y los distintos fluidos que contiene el aceite, entre ellos, el agua que no se encuentre formando emulsiones con el aceite, los solventes y el mismo aceite usado.

4.1.4. Aprovechamiento y/o valorización

Al aplicar procesos de tratamiento físicos y químicos, el aceite usado puede ser utilizado como combustible alternativo en procesos industriales, sustituyendo total o parcialmente los combustibles fósiles. El aceite usado tratado también puede utilizarse como combustible de uso industrial similar al *fueloil* en centrales térmicas de cogeneración eléctrica, en cementeras, papeleras, hornos, equipos marinos o en otros procesos industriales. Utilizando el método de re-refinación se puede recuperar las bases lubricantes que tienen los aceites y luego utilizarlas como aceites lubricantes.

4.2. Recursos por implementar

Los recursos por implementar se dividen en económicos, humanos y de materias primas, cada uno de estos se analiza a continuación.

4.2.1. Recurso económico

Como se describió en el capítulo anterior, la cantidad de recurso económico que se debe invertir es de Q 2 650,00. Siendo esta inversión considerada para la adquisición de equipo de protección personal ya que el resto de las regulaciones con las que debe contar la empresa se encuentran ya adquiridas.

4.2.2. Recurso humano

Con respecto al recurso humano no es necesaria la contratación de personal adicional, por lo tanto, en este aspecto la empresa no necesita inversión adicional.

4.2.3. Materia prima

La materia prima utilizada para la recolección, almacenamiento y traslado de los desechos contempla el uso de camiones, toneles y sitios de almacenamiento para lo cual la empresa se encuentra preparada.

4.3. Condiciones necesarias que debe cumplir las instalaciones para su recolección

Se describen las condiciones necesarias para el manejo de desechos.

4.3.1. Área de Lubricación

Las áreas de recolección y almacenamiento deben estar adecuadamente identificadas, asimismo se debe conocer el origen del aceite lubricantes usado, como fuentes automotrices con motores a gasolina o diésel y en función de la viscosidad.

Los pisos del Área de Lubricación deben estar contruidos con material sólido e impermeable y no deben presentar defectos como aberturas o quiebres que obstaculicen la limpieza y a la vez se evitan pérdidas de producto y contaminación del suelo y las fuentes de agua subterránea.

El Área de Lubricación no debe tener conexión al drenaje, además debe tener una excelente ventilación natural o forzada.

4.3.2. Área de Drenajes

Siguiendo el sistema según el proceso de recolección del aceite usado de la fuente automotriz y su drenaje al tanque de almacenamiento, por lo tanto, deberá cumplir con lo siguiente:

- Ser capaz de evacuar cualquier tipo de derrame.
- Garantizar que los derrames no representen riesgo de contaminación.
- Estar diseñado acorde a las necesidades de la empresa.

4.3.3. Recipiente de recolección temporal

Los recipientes deben estar elaborados con materiales que sean resistentes al contacto con los hidrocarburos, además deben contar con agarraderas que garanticen la manipulación segura del mismo.

Garantizar la operación limpia de trasvase de los aceites lubricantes usados, del recipiente de recolección temporal hacia el tanque de almacenamiento, de manera que el trasvase se realice sin derrames, goteos o fugas.

4.3.4. Recipiente para el drenaje de filtros y otros elementos impregnados

Debe estar diseñado para soportar el contacto con los hidrocarburos, debe tener agarraderas para su manipulación, que permita el traslado seguro del Área de Taller al Área de Almacenamiento.

4.4. Material oleofílico para el control de derrames

Se debe contar con este material para el control de goteo, fugas, derrames; con características absorbentes o adherentes.

4.4.1. Adsorbente

Resistente al contacto con hidrocarburos, este material es utilizado para adsorber todos los residuos líquidos que se derramen en el suelo.

4.4.2. Adherente

Resistente al contacto con hidrocarburos, se utiliza para que los aceites derramados no se extiendan en el suelo, para lo cual se adhieren a una película para su recolección.

4.5. Área de Almacenamiento

Se describe las acciones y recomendaciones para el almacenamiento de los desechos de los hidrocarburos.

4.5.1. Tanques de almacenamiento temporal

Se debe contar con tanques donde sea posible el almacenamiento temporal del aceite y en un lugar para la espera de su tratamiento correspondiente.

4.5.2. Área de Almacenamiento Temporal

Tendrá un dique de contención, que confine posibles derrames, goteos o fugas producidas al recibir o entregar los aceites lubricantes usados, en incidentes ocasionales.

El piso y las paredes deberán ser construidos de material impermeable, no debe existir conexión alguna al sistema de alcantarillado.

4.5.3. Áreas de Acceso

Debe estar libre de cualquier obstáculo y ser de fácil acceso, además debe permitir que el vehículo este estacionado de forma que pueda salir fácilmente ante una eventualidad.

Poseer material oleofílico que deberá estar a la mano ante una eventualidad, en las cercanías de la zona. Al igual que en las otras zonas, los extintores deben estar localizados a una distancia no mayor de diez metros, estos deberán ser de una capacidad mínima de veinte libras de polvo químico.

4.6. Recomendaciones en caso de contacto con contaminantes

En caso de inhalación, contacto con la piel, contacto con los ojos, se sugiere las siguientes indicaciones.

4.6.1. Contacto con la piel

Al mantener los aceites usados en contacto prologado con la piel, pueden causar enfermedades, sobre todo si en la piel hay existencia de heridas o

arañazos o si se produce irritaciones causadas por ropa contaminada, estos riesgos se pueden evitar tomando medidas de higiene necesarias.

4.6.2. Contacto con los ojos

Lavar los ojos con abundante agua y trasladar al operario a un centro asistencial para una evaluación completa de su estado de salud.

4.6.3. Ingestión

En caso de ingestión de algún residuo se debe trasladar inmediatamente al afectado a un centro asistencial para su evaluación y control de salud.

4.6.4. Inhalación

La inhalación puede provocar una ligera irritación de las vías respiratorias superior, estar en el aire libre por 20 minutos.

4.6.5. Derrames

Como primer paso ante un derrame es ubicar la fuente de generación y suspender inmediatamente la fuente del este, dar aviso al personal de emergencia y controlar la propagación del líquido derramado.

4.6.6. Incendios

Los sistemas de desconexión como interruptores automáticos, fusibles, cuchillas, deben estar marcados claramente para indicar su propósito.

La toma de energía eléctrica de pared y los cables de extensión, debe tener sistema de conexión a tierra.

4.7. Procedimiento para recolección de carburantes

Asegurarse que se cuenta con los insumos necesarios antes de realizar el cambio de los aceites lubricantes, como un embudo, recipiente de recolección temporal, recipiente para drenaje y filtros y otros elementos.

4.7.1. Recolección en acopios primarios

Se debe tomar las siguientes medidas, ubicar un extintor cerca de la unidad, ubicar vallas o conos reflectivos para detener el paso de vehículos y peatones, cerrando el área circundante a la zona de recibo en un radio no menor a 5 m. Verificar que no haya fuentes de ignición en los alrededores.

4.7.2. Entrega de desechos usados en instalaciones de un acopiador

Para extraer se debe como primer paso señalar la zona de trabajo y tomar las medidas de seguridad como colocar extintores, conos, verificar el cupo disponible del tanque del vehículo, mediante el aforo físico del mismo.

Colocar material adsorbente debajo de las conexiones realizadas para la operación de tal manera que se controlen posibles goteos, fugas o derrames.

4.7.3. Transporte de material de desecho

Solo se puede trasportar en empresas que cumplan con los siguientes lineamientos:

La Constitución Política de la República de Guatemala, El artículo 97 del mismo cuerpo legal, establece: que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico, se dictarán todas las normas necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, de la tierra y del agua, se realicen racionalmente, evitando su depredación.³⁰

Código de Salud (Dto.90-97) Los artículos 102, 103 y 104 establecen: que es responsabilidad de las municipalidades la prestación de los servicios de limpieza o recolección, tratamiento y disposición de los desechos sólidos de acuerdo con las leyes específicas y en cumplimiento de las normas sanitaras aplicables.³¹

Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Dto.68-86) El Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional propiciarán el desarrollo social, económico, científico y tecnológico que prevenga la contaminación del medio ambiente y mantenga el equilibrio ecológico, por lo tanto, la utilización y el aprovechamiento de la fauna, de la flora, suelo, subsuelo y el agua, deberán realizarse racionalmente.³²

4.7.4. Condiciones para el transporte

El vehículo debe estar autorizado por el Ministerio de Energía y Minas y Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, identificado con todas las medidas de seguridad.

³⁰ Asamblea Nacional Constituyente. *Constitución Política de la República de Guatemala*. Art. 97.

³¹ Congreso de la República de Guatemala. *Decreto 90-97*. http://www.cicad.oas.org/fortalecimiento_institucional/legislations/pdf/gt/decreto_congresional_90-97.pdf.

³² Congreso de la República de Guatemala. *Decreto 68-86*. https://www.preventionweb.net/files/27701_gtleyproteccionmedioambiente6886%5B1%5D.pdf.

Figura 8. **Recolección y transporte de aceite usado**



Fuente: Área de Descarga, empresa Procesos de Hidrocarburos y Sistemas de Mejoramiento Ambiental (PRHISMA).

5. SEGUIMIENTO O MEJORA

5.1. Elaboración de reportes mensuales

Para llevar un registro de la generado de desechos se debe tener un medio para llevar el control para lo cual se deben efectuar reportes mensuales para cuantificar la cantidad generada en las operaciones de servicios.

5.1.1. Generación de desechos

Para el control sobre la generación de desechos mensuales se debe llevar un registro semanal, para eso se propone el siguiente formato de control:

Figura 9. Control mensual de desechos

CONTROL DE DESECHOS MENSUALES			
Supervisor de operaciones:			
Fecha:		Lugar de recolección:	
Tipo de desecho: _____			
Semana	Cantidad recolectada	Cantidad en almacenamiento	Total desechos en bodega
1			
2			
3			
4			
_____ Firma encargado			

Fuente: elaboración propia, empleado Microsoft Excel 2016.

5.1.2. Monitoreo de eficiencia

El monitoreo de eficiencia mensual se llevará a cabo por medio del siguiente formato de control:

Figura 10. **Monitoreo de eficiencia mensual**

CONTROL DE EFICIENCIA MENSUAL					
Supervisor de operaciones:					
Fecha: _____					
Semana	Tipo de residuos	Cantidad de desechos recolectados	Cantidad de desechos entregados	Total de residuos en bodega	Eficiencia total
1					
2					
3					
4					
_____ Firma encargado					

Fuente: elaboración propia, empleado Microsoft Excel 2016.

5.2. Mejora continua

Es un enfoque en los procesos operativos que se basa principalmente en la revisión constante de las operaciones para detectar problemas o deficiencias. Para la mejora continua se deben de tomar medidas en la revisión de procedimiento y tiempos.

5.2.1. Revisión de procedimientos

Por parte de la gerencia general debe revisar cada procedimiento de cada área, ya sea actual, nuevo o mejorado para su aprobación y distribución a cada departamento de corresponda con una copia controlada para que todo el personal este notificado de las disposiciones tomas para no realizar procedimientos que pueden generar una falla en el sistema.

5.2.2. Revisión de tiempos determinados

Cada uno de los tiempos de operaciones deben ser evaluados por el jefe de área con el fin de establecer el tiempo estándar, tiempos muertos y tiempos productivos para mejorar la productividad en las actividades.

5.3. Auditoría

La auditoría permite evaluar el grado de avance que se lleva con relación al tiempo de la propuesta de mejora y los planes de mejora continua.

5.3.1. Auditoría interna

Este tipo de auditoría es realizada por el personal interno de la empresa y contempla la siguiente información:

Figura 11. Auditoría interna

Auditoría interna		
Fecha:	Auditoría No.	Proceso a auditar:
Responsable:	Fecha programada:	
	Hora de inicio:	
	Hora de finalización:	
Objetivo de la auditoría:		
Alcance de la auditoría:		
Proceso de auditoría: Primera_____ Segunda_____ Tercera_____ Cuarta_____		
Documentos de referencia a utilizar:		
*Manuales		
*Procesos a auditar		
*Procedimiento técnicos		
*Instructivos		
Equipo auditor:		
*Auditor líder:		
*Auditor:		
*Auditor técnico:		
*Auditor en entramiento:		
Cronograma de actividades		
Observaciones:		
_____ Firma del Auditado		_____ Firma del Auditor
_____ Firma del Auditor en entramiento		_____ Firma del Auditor técnico
_____ Firma del Auditor líder		

Fuente: elaboración propia, empleado Microsoft Excel 2016.

5.3.2. Auditoría externa

La auditora externa es realizada por parte del Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, MEM y la otra es por parte del plan de vigilancia ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, MARN.

5.4. Evaluación de la propuesta

El impacto negativo que genera el no reciclar o reutilizar los productos carburantes tiene como consecuencia una contaminación ambiental, ante tal situación, la empresa en estudio busca tener una opción para tener buenas prácticas ambientales, disminuyendo los riesgos de contaminación ambiental.

5.4.1. Interpretación de la propuesta

En Guatemala existe gran contaminación por parte de los desechos carburantes, por su gran variedad de aplicaciones a los motores de combustión interna y la falta de una adecuada eliminación de estos residuos ocasiona que los desechos entren en contacto con el ambiente, teniendo grandes consecuencias a largo plazo.

5.4.2. Aplicación de la propuesta

El aceite usado de motores industriales como vehículos o maquinarias es considerado como una de las sustancias más dañinas tanto para la salud como para el medio ambiente. Esto se debe a que, después de ser utilizados, estos se contaminan y se degradan originando compuestos altamente tóxicos que, como

consecuencia de estar en contacto con la tierra pueden dañar las aguas subterráneas y la fertilidad del suelo.

CONCLUSIONES

1. Los diferentes desechos carburantes están compuestos por una serie de químicos y aditivos que permiten el correcto funcionamiento durante su vida útil cumpliendo con el fin de lubricar las piezas de los motores, sin embargo, estos deben ser sustituidos con regularidad para garantizar las prestaciones de la maquinaria, además de aumentar la vida útil de esta.
2. En Guatemala existen normas y leyes reguladas por el Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, las cuales son aplicadas, supervisadas y sancionadas por el mismo ministerio, además de ser una responsabilidad social de las empresas generadoras de desechos, enviando estos a reciclaje o a tratamientos para minimizar el impacto ambiental.
3. La manipulación de los desechos es crucial para la reducción y prevención de accidentes, debido al tipo de aceites y carburantes se cuenta con riesgo de explosión, derrames y la exposición directa de estos con los colaboradores, por lo cual es necesario contar con la infraestructura, equipo de protección personal y un área de almacenamiento que minimice este tipo de riesgos.
4. El tratamiento más común para la reducción del impacto ambiental de aceites de motores de combustión interna es la sedimentación, la cual consiste en dar un tratamiento físico al desecho, que por medio de la acción de la gravedad que separa los residuos sólidos presentes en el lubricante en la parte inferior de los tanques de almacenamiento.

5. Para prevenir y disminuir los peligros relacionados con el manejo y disposición de desechos carburantes se propone la actualización de equipo de protección personal para los operarios expuestos ya que la empresa cuenta con las instalaciones adecuadas para su almacenamiento y con el equipo necesario para la extracción de los desechos en las empresas.
6. La promoción de los beneficios del reciclaje de desechos carburantes ya se lleva a cabo por medio de actividades determinadas por la empresa. Al dedicarse al transporte, almacenamiento y venta de estos desechos, realiza reuniones con posibles clientes para el reciclaje de estos desechos como talleres mecánicos en general.
7. Luego de realizar el análisis del proceso de recolección, clasificación y tratamiento de desechos carburantes se determinó que el equipo de protección personal con el que deben contar los colaboradores del centro de recolección es: casco, guantes, aislante de la electricidad, gafas protectoras, arnés de seguridad y bota dieléctrica.

8. El personal debe contar con las competencias necesarias para el manejo y disposición de desechos automotrices, para esto la empresa se encarga de contratar a personal con experiencia o son enviados a capacitaciones que brindan entidades autorizadas, es gracias a esto que la única implementación necesaria para la mejora del manejo es el equipo de protección personal.

9. Como parte del control de la recolección de desechos se propone el uso de formatos para la cantidad de desechos recolectados y la eficiencia de estos, con el fin de monitorear estas cantidades y cuantificar el impacto ambiental que se reduce.

RECOMENDACIONES

1. Concientizar respecto a la generación de desechos carburantes que no pueden ser reducidos ya que son insumos necesarios para el funcionamiento de maquinarias y automotores, pero se puede concientizar sobre la forma correcta de desecharlos y el peligro que representa una mala manipulación.
2. Realizar auditorías de forma consiente y periódica como parte de la normativa en Guatemala sobre desechos contaminantes, tanto de forma interna como externa.
3. Contar con planes de manipulación y almacenamiento de desechos ya que estos pueden ser inflamables y representar peligro de explosión.
4. Realizar el tratamiento de sedimentación a los aceites usados en motores de combustión interna al menos dos veces antes de ser desechados, para reducir la cantidad de desechos físicos presentes en estos.
5. Revisar periódicamente los equipos de protección personal, así como las buenas prácticas en el manejo de estos para evitar accidentes y mejorar continuamente la eficiencia en la disposición de los desechos.

6. Crear concientización en empresas generadoras de desechos automotrices o carburantes no solo como responsabilidad ambiental sino un ingreso extra para estas empresas que pueden reutilizar los desechos como combustibles.
7. Verificar que los colaboradores del centro de recolección den el uso correcto del equipo de protección personal para reducir la probabilidad de accidentes dentro de los puestos de trabajo y cuidar la salud de los trabajadores.
8. Planificar y buscar capacitaciones para el personal por parte de expertos en manipulación y disposición de desechos generará en los empleados la confianza de manejar desechos inflamables y mejorará los índices de derrames y accidentes laborales.
9. Establecer auditorías periódicas tanto internas como externas para garantizar el cumplimiento de los procesos dispuestos por la empresa y documentar los resultados para la mejora continua.

BIBLIOGRAFÍA

1. Asamblea Nacional Constituyente. *Constitución Política de la República de Guatemala*. Guatemala. 31 de mayo de 1985. 235 p.
2. ANGELOVA, Valeria. *Bio-accumulation and distribution of heavy metals in fibre crops (flax, cotton and hemp)*. [en línea] <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926669003001110>>. [Consulta: 15 de octubre de 2020].
3. BIFANI, Paolo. *Medio ambiente y desarrollo*. 1a ed. España: IEPALA Editorial, 2004. 132 p.
4. CONAE, Darío. *Lubricación de los motores de combustión interna*. 1a ed. México: McGraw-Hill, 2014. 385 p.
5. CONAMA/GTZ. *Guía Técnica de Aceites Usados en el Sector de Transporte*. 1a ed. Chile: Casa Editorial de Santiago de Chile, 2002. 238 p.
6. GARCÍA, Ignacio; DORRONSORO, Cornelio. *Contaminación por Metales Pesados*. [en línea]. <<https://www.redalyc.org/pdf/3576/357633703005.pdf>>. [Consulta: 15 de octubre de 2020].

7. GEO. *Gestión de operaciones*. [en línea]. <<https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/clasificacion-de-los-costos-de-la-calidad/>>. [Consulta: 15 de octubre de 2020].
8. INGRANDE, T. *Estandarizar: trabajar de forma organizada y controlada*. [en línea]. <<http://kailean.es/estandarizar-trabajar-de-forma-organizada-y-controlada/>>. [consulta: 1 de enero de 2020].
9. ITOPF. *Efectos de la Contaminación por Hidrocarburos en el Medio Marino*. 2a ed. Ucrania: Canterbury, 2011. 197 p.
10. LÓPEZ, Brandon. *Gestión de inventarios*. [en línea]. <<https://logisticayabastecimiento.jimdo.com/gesti%C3%B3n-de-inventarios/>>. [Consulta: 15 de octubre de 2020].
11. LLANOS, Francisco. Propuesta para el manejo del aceite usado de vehículos automotores en el cantón Sígsig. Trabajo de Graduación de Ing. Mecánico Automotriz. Ecuador. Facultad de Mecánica Automotriz, Universidad Politécnica Selesiana. 2013.169 p.
12. MASÍAS, Roly. *Implementación del plan y manejo de reciclaje de lubricantes en el taller mecánico de motos Ssenda para reducir la contaminación ambiental en el distrito de Ate*. Trabajo de Graduación Ing. Mecánico Automotriz. Perú. Facultad de Ingeniería Técnico Mecánica Automotriz, Instituto de Educación Superior Tecnológico Avansys. 2017.62 p.
13. SIGAUS, Aurelio. *La Gestión del aceite usado en Europa*. [en línea]. <<https://www.interempresas.net/Mantenimiento/Articulos/116874->

[Asi-se-gestiona-el-aceite-usado-en-Europa.html](#)>. [Consulta: 16 de octubre de 2020].

14. TORMOS MARTÍNEZ, Bernardo. *Diagnóstico de motores diésel mediante el análisis del aceite usado*. 1a ed. España: Editorial Reverté, 2005. 388 p.
15. TORRES, Sergio. *Ingeniería de plantas*. 3a ed. Guatemala: Imprenta Universitaria, 2015. 276 p.

