



**Manejo y tratado de los lubricantes mediante la implementación de un sistema de  
almacenaje, en el campus General Guillermo Rodríguez Lara de la Universidad de las  
Fuerzas Armadas Espe Sede Latacunga**

Mullo Tarco, Fabricio Ivan

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica.

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica.


Monografía, previo a la obtención del título de Tecnólogo Superior en Mecánica  
Aeronáutica.

Ing. Bautista Zurita, Rodrigo Cristobal

16 de febrero del 2023

Latacunga

## Reporte de verificación de contenidos



**CERTIFICADO DE ANÁLISIS**  
magister

# FABRICIO MULLO 5

**9%**  
Similitudes


**1%** Texto entre comillas  
< 1% similitudes entre comillas  
**< 1%** Idioma no reconocido

Nombre del documento: FABRICIO MULLO 5.pdf  
ID del documento: 8a8f602783e913e4d94c77edac678b1aff41cad  
Tamaño del documento original: 1,59 Mo

Depositante: GABRIEL SEBASTIAN INCA YAJAMIN  
Fecha de depósito: 22/2/2023  
Tipo de carga: Interface  
fecha de fin de análisis: 22/2/2023








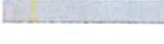


Número de palabras: 10.551  
Número de caracteres: 71.927

Ubicación de las similitudes en el documento:


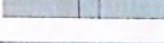










### Fuentes

#### Fuentes principales detectadas






N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 <a href="https://repositorio.espe.edu.ec/">repositorio.espe.edu.ec</a>   La Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE Sede Latacu... <a href="https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/30283">https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/30283</a> 2 fuentes similares	2%		Palabras idénticas : 2% (234 palabras)
2	 <a href="https://www.elportaldelasalud.com/">www.elportaldelasalud.com</a>   Manejo Seguro de Productos Químicos - Página 4 de 6... <a href="https://www.elportaldelasalud.com/manejo-de-productos-quimicos/4/">https://www.elportaldelasalud.com/manejo-de-productos-quimicos/4/</a> 2 fuentes similares	2%		Palabras idénticas : 2% (161 palabras)
3	 <a href="https://blog.butterfly-training.net/">blog.butterfly-training.net</a>   Las nueve clases de mercancías peligrosas IATA confor... <a href="https://blog.butterfly-training.net/es/las-nueve-clases-de-mercancias-peligrosas/">https://blog.butterfly-training.net/es/las-nueve-clases-de-mercancias-peligrosas/</a> 4 fuentes similares	1%		Palabras idénticas : 1% (161 palabras)
4	 <a href="https://www.aviacioncivil.gob.ec/">www.aviacioncivil.gob.ec</a> <a href="https://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/02/4-RDAC-147-Nueva-Edición-...">https://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/02/4-RDAC-147-Nueva-Edición-...</a> 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (79 palabras)
5	 <a href="https://dgm.es/casos-de-mercancias-peligrosas">dgm.es</a>   Adacuación de mercancía - Las 9 Clases de Mercancías Peligrosas   DGM <a href="https://dgm.es/casos-de-mercancias-peligrosas">https://dgm.es/casos-de-mercancias-peligrosas</a> 1 fuente similar	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (81 palabras)


#### Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	 <a href="https://repositorio.espe.edu.ec/">repositorio.espe.edu.ec</a>   Estudio de alternativas para el manejo de fluidos contami... <a href="https://repositorio.espe.edu.ec/8080/bitstream/21000/4471/3/M-ESPEL-0061.pdf.txt">https://repositorio.espe.edu.ec/8080/bitstream/21000/4471/3/M-ESPEL-0061.pdf.txt</a>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (28 palabras)
2	 <a href="https://repositorio.espe.edu.ec/">repositorio.espe.edu.ec</a>   Preservación de los motores instalados Rolls Royce Dart M... <a href="https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/27681">https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/27681</a>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (20 palabras)
3	 <a href="https://repositorio.espe.edu.ec/">repositorio.espe.edu.ec</a>   Repositorio de la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE: Pl... <a href="https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14433?locale=de">https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/14433?locale=de</a>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (20 palabras)
4	 <a href="https://dspace.unlandes.edu.ec/">dspace.unlandes.edu.ec</a>   Auditoría de calidad de los servicios que presta la escuela... <a href="https://dspace.unlandes.edu.ec/bitstream/123456789/9308/1/RUPCYA0011-2017.pdf">https://dspace.unlandes.edu.ec/bitstream/123456789/9308/1/RUPCYA0011-2017.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (16 palabras)
5	 <a href="https://dspace.unlandes.edu.ec/">dspace.unlandes.edu.ec</a>   ANALISIS DE LA CALIDAD DEL SERVICIO AL CLIENTE QUE BRINDA... <a href="https://dspace.unlandes.edu.ec/bitstream/123456789/22072/1/INMAY FERNANDO JIMENEZ OJEDA.pdf">https://dspace.unlandes.edu.ec/bitstream/123456789/22072/1/INMAY FERNANDO JIMENEZ OJEDA.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas : < 1% (11 palabras)

#### Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas)

Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- 1  <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/30283>
- 2  <https://omsespana.com/>
- 3  <https://www.aviacioncivil.gob.ec/dgac>
- 4  <https://www.dsv.com/es>
- 5  <https://www.enlecuador.ec/productos-domesticos-e>



Ing. Bautista Zurita, Rodrigo Cristobal  
C. C: 1720240991



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

#### Certificación

Certifico que el trabajo de titulación: **"Manejo y tratado de los lubricantes mediante la implementación de un sistema de almacenaje, en el campus General Guillermo Rodríguez Lara de la Universidad de las Fuerzas Armadas Espe Sede Latacunga"** fue realizado por el señor **Mullo Tarco, Fabricio Ivan**; el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos; razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que se lo sustente públicamente.

Latacunga, 22 de febrero de 2023

Firma:

Ing. Bautista Zurita, Rodrigo Cristobal

C. C: 1720240991



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica  
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

#### Responsabilidad de Autoría

Yo, **Mullo Tarco, Fabricio Ivan**, con cédula de ciudadanía N° 0504346479, declaro que el contenido, ideas y criterios del trabajo de titulación: **Manejo y tratado de los lubricantes mediante la implementación de un sistema de almacenaje, en el campus General Guillermo Rodríguez Lara de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga** es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos, y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Latacunga, 22 de febrero del 2023

Firma

**Mullo Tarco, Fabricio Ivan**

C.C.: 0504346479



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

#### Autorización de Publicación

Yo **Mullo Tarco, Fabricio Ivan**, con cédula de ciudadanía N°0504346479, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar el trabajo de titulación: **Título: Manejo y tratado de los lubricantes mediante la implementación de un sistema de almacenaje, en el campus General Guillermo Rodríguez Lara de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 22 febrero del 2023

Firma

**Mullo Tarco, Fabricio Ivan**

C.C.: 0504346479

## **Dedicatoria**

Dios es bueno, en todo momento. Volar alto no para que el mundo nos vea sino para que nosotros miremos al mundo.

Mi tesis lo dedico a mi padre Segundo Mullo y mi madre María Tarco, por cada uno de sus sacrificios y esfuerzos, por permitirme seguir la carrera de mis sueños y creer en todas mis capacidades, sé que hemos pasado por muchos momentos ya sean difíciles, he tenido el apoyo de ustedes como también de mi hermano y mis dos hermanas Patricia y Narcisa.

Mi hermano David me ha incentivado que lo propuesto se lo puede conseguir con dedicación y perseverancia, por ser una de las fuentes de motivación e inspiración para poder seguir y espero algún día poder subir un poquito más a las nubes.

A todos mis compañeros y amigos que estuvieron en mi presente y pasado, quienes algunos muy pocos, sin esperar nada a cambio me compartieron su conocimiento, alegrías y tristezas y todas aquellas personas que estuvieron durante todos los años de duración de la carrera, estuvieron apoyándome para que uno de mis sueños se haga realidad.

**Mullo Tarco, Fabricio Ivan**

## **Agradecimiento**

Primeramente, doy gracias a Dios por permitirme terminar una etapa más de mi ámbito profesional, gracias a toda mi familia en general que siempre han estado ahí conmigo en todo momento ya sea bueno o malo, en especial a mi padre y a mi madre que ellos han sido mi ejemplo de superación, humildad y sacrificio enseñándome a valorar todo lo que tengo. Mi hermano me ayudado a fomentar experiencias y muchos conocimientos en todo ámbito, a mis dos hermanas que me han apoyado moralmente. Mi papá que me apoyado y siempre me ha dicho que yo puedo y que no me rinda, hemos estado en momentos buenos y malos y a pesar de todo ello habido el apoyo incondicional. A todos ellos dedico mi presente tesis, porque cada uno de ellos ha fomentado en mí, todo el deseo de superación y de triunfo en la vida, ya que nada es imposible en la misma. Lo que se ha podido contribuir a la consecuencia de este logro y muchos más que llegaran con el tiempo.

Espero contar siempre con cada uno de ustedes, con su valioso e incomparable apoyo, en especial con su tiempo.

**Mullo Tarco, Fabricio Ivan**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Carátula.....	¡Error! Marcador no definido.
Reporte de verificación de contenidos .....	<b>2</b>
Certificación .....	¡Error! Marcador no definido.
Responsabilidad de autoría.....	<b>3</b>
Autorización de publicación.....	¡Error! Marcador no definido.
Dedicatoria.....	¡Error! Marcador no definido.
Agradecimiento.....	¡Error! Marcador no definido.
Resumen .....	<b>12</b>
Abstract.....	<b>17</b>
Capítulo I Antecedentes.....	<b>18</b>
Planteamiento del problema. ....	<b>18</b>
Justificación e Importancia.....	<b>19</b>
Objetivos .....	<b>19</b>
<i>Objetivo general</i> .....	<b>19</b>
<i>Objetivos específicos</i> .....	<b>19</b>
Alcance.....	<b>20</b>
Capítulo II Marco Teórico.....	<b>21</b>
Reseña histórica de la Universidad Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.....	<b>21</b>
Campus General Guillermo Rodríguez Lara .....	<b>22</b>
Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica .....	<b>23</b>



Regulaciones de la Dirección General de la Aviación Civil del Ecuador .....	26
Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil .....	26
Mercancías peligrosas.....	27
<i>Clase 1 Explosivos</i> .....	28
<i>Clase 2 Gases</i> .....	29
Clase 3 Líquidos Inflamables .....	30
<i>Clase 4 Sólidos inflamables, materias de combustión espontánea</i> .....	31
<i>Clase 5 Sustancias Oxidantes</i> .....	32
<i>Clase 6 Sustancias tóxicas e infecciosas</i> .....	32
<i>Clase 7 Radioactivos</i> .....	33
<i>Clase 8 Corrosivos</i> .....	34
<i>Clase 9 Materias y objetos peligrosos diversos</i> .....	34
Lubricantes .....	35
Lubricantes en aviación .....	37
Clasificación de los lubricantes .....	39
<i>Según su origen</i> .....	39
<i>Según la clasificación ISO</i> .....	41
<i>Según la clasificación SAE</i> .....	41
Selección del grado SAE .....	42
Características de los lubricantes.....	46
<i>Viscosidad</i> .....	46

<i>Punto de inflamación</i> .....	47
<i>Densidad</i> .....	48
<i>Estabilidad a la Oxidación</i> .....	48
Propiedades de un lubricante.....	49
Composición de los aceites lubricantes .....	49
Aceites lubricantes usados.....	50
Clasificación de los residuos peligrosos .....	53
Impacto medioambiental .....	54
Manejo de los residuos.....	55
Recolección de lubricantes usados.....	56
Almacenaje de lubricantes de aviación.....	57
<i>Ubicación</i> .....	58
<i>Seguridad</i> .....	59
<i>Diseño del lugar de almacenamiento</i> .....	59
Capítulo III Desarrollo del tema.....	61
Normativa.....	61
Preliminar .....	61
Área de almacenamiento.....	61
Instalación de la cubierta .....	62
Instalación del sistema eléctrico.....	64
Instalación del tanque de almacenamiento de residuos.....	65

<b>Etiquetado del tanque de almacenamiento .....</b>	<b>67</b>
<b>Proceso de recolección de aceites usados de las aeronaves .....</b>	<b>68</b>
<b>Proceso de entrega al gestor de desechos peligrosos.....</b>	<b>69</b>
<b>Señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad.....</b>	<b>70</b>
<b>Instalación del extintor de fuego.....</b>	<b>71</b>
<b><i>Área del extintor de incendios.....</i></b>	<b>72</b>
<b>Instalación de estantería.....</b>	<b>74</b>
<b>Capítulo IV Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>76</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>76</b>
<b>Recomendaciones .....</b>	<b>77</b>
<b>Glosario de términos.....</b>	<b>78</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE</i> .....	22
<b>Figura 2</b> <i>Campus General Guillermo Rodríguez Lara</i> .....	23
<b>Figura 3</b> <i>Aeronaves con las que cuenta la Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica..</i>	24
<b>Figura 4</b> <i>Laboratorios de la carrera</i> .....	25
<b>Figura 5</b> <i>Prácticas de mantenimiento</i> .....	27
<b>Figura 6</b> <i>Almacenamiento de mercancías peligrosas</i> .....	28
<b>Figura 7</b> <i>Explosivos</i> .....	29
<b>Figura 8</b> <i>Gases</i> .....	30
<b>Figura 9</b> <i>Líquidos inflamables</i> .....	31
<b>Figura 10</b> <i>Sólidos inflamables</i> .....	31
<b>Figura 11</b> <i>Sustancias oxidantes</i> .....	32
<b>Figura 12</b> <i>Sustancias tóxicas e infecciosas</i> .....	33
<b>Figura 13</b> <i>Radiactivos</i> .....	33
<b>Figura 14</b> <i>Corrosivas</i> .....	34
<b>Figura 15</b> <i>Materias y objetos peligrosos</i> .....	35
<b>Figura 16</b> <i>Lubricantes</i> .....	35
<b>Figura 17</b> <i>Funciones de los lubricantes</i> .....	36
<b>Figura 18</b> <i>Los lubricantes en aviación</i> .....	38
<b>Figura 19</b> <i>Lubricantes minerales</i> .....	39
<b>Figura 20</b> <i>Lubricantes sintéticos</i> .....	40

<b>Figura 21</b> <i>Guía del grado SAE</i> .....	43
<b>Figura 22</b> <i>Grados de los aceites</i> .....	44
<b>Figura 23</b> <i>Viscosidad</i> .....	46
<b>Figura 24</b> <i>Punto de inflamación</i> .....	48
<b>Figura 25</b> <i>Composición de los aceites lubricantes</i> .....	50
<b>Figura 26</b> <i>Aceites lubricantes usados</i> .....	50
<b>Figura 27</b> <i>Residuos peligrosos</i> .....	52
<b>Figura 28</b> <i>Impacto medioambiental</i> .....	54
<b>Figura 29</b> <i>Manejo de residuos</i> .....	56
<b>Figura 30</b> <i>Manejo de residuos</i> .....	57
<b>Figura 31</b> <i>Almacenaje de lubricantes</i> .....	57
<b>Figura 32</b> <i>Ubicación del almacenamiento</i> .....	58
<b>Figura 33</b> <i>Lugar de almacenamiento</i> .....	59
<b>Figura 34</b> <i>Área de almacenamiento</i> .....	62
<b>Figura 35</b> <i>Estructura y cubierta del área de almacenamiento</i> .....	63
<b>Figura 36</b> <i>Instalación del sistema eléctrico</i> .....	64
<b>Figura 37</b> <i>Tanque de almacenamiento</i> .....	65
<b>Figura 38</b> <i>Área de recolección de aceite - solventes</i> .....	67
<b>Figura 39</b> <i>Etiquetado del tanque</i> .....	68
<b>Figura 40</b> <i>Válvula de drenaje del reservorio</i> .....	70
<b>Figura 41</b> <i>Señalamiento - peligros</i> .....	71

<b>Figura 42</b> <i>Extintor de fuego</i> .....	72
<b>Figura 43</b> <i>Ubicación y señalamiento de área del extintor</i> .....	73
<b>Figura 44</b> <i>Instalación de la estantería</i> .....	74
<b>Figura 45</b> <i>Resultado final</i> .....	75

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> <i>Lubricantes minerales</i> .....	39
<b>Tabla 2</b> <i>Grados SAE de viscosidad</i> .....	42
<b>Tabla 3</b> <i>Grados centistokes</i> .....	45
<b>Tabla 4</b> <i>Viscosidad de un fluido</i> .....	47
<b>Tabla 5</b> <i>Propiedades de los lubricantes</i> .....	49
<b>Tabla 6</b> <i>Características típicas de los aceites usados</i> .....	51
<b>Tabla 7</b> <i>Clasificación de los residuos peligrosos</i> .....	53
<b>Tabla 8</b> <i>Características del tanque de almacenamiento</i> .....	66

## Resumen

El proyecto tiene como objetivo el implementar un área segura de almacenamiento de lubricantes nuevos y usados en el campus General Guillermo Rodríguez Lara de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga, el cual empezará con la investigación de diferentes normas y reglamentos que proporcionaran la información necesaria para el diseño normado del área. Posteriormente se analizará el lugar más adecuado y que cumpla con ciertas medidas de seguridad para el almacenamiento de lubricantes. Una vez aprobado el diseño bajo las normas mencionadas se procederá a la construcción que será con paredes mixtas de hormigón y malla electrosoldada, aplicando lo que menciona la norma para su respectiva ventilación. Se implementará dentro del área un reservorio de PVC para la recolección de residuos, ya que la mayoría de las prácticas de mantenimiento que se realizan en las tres aeronaves, encierran tareas de servicio de los sistemas. Para los lubricantes nuevos se instalará una estantería que contribuirá a la correcta distribución y orden de estos. Se concluirá con el etiquetado y señalamiento de los componentes, para garantizar la seguridad tanto de los docentes y estudiantes en el manejo, tratado y almacenamiento de los lubricantes. Para cumplir con este propósito es necesario que exista un correcto tratado y manejo de los lubricantes usados ya que puede haber residuos de aceite, liquido hidráulico y solventes; mismos que deberán ser clasificados de acuerdo con sus características de origen.

*Palabras clave:* Manejo de lubricantes, sistema de almacenaje, desecho de lubricante, residuo.



### **Abstract**

The objective of the project is to implement a safe storage area for new and used lubricants at the General Guillermo Rodríguez Lara campus of the Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga, which will begin with the investigation of different norms and regulations that will provide the necessary information for the standardized design of the area. Subsequently, we will analyze the most suitable place that complies with certain safety measures for the storage of lubricants. Once the design has been approved in accordance with the aforementioned standards, construction will proceed with mixed concrete and electrowelded mesh walls, applying the provisions of the standards for ventilation. A PVC reservoir will be installed in the area for waste collection, since most of the maintenance work performed on the three aircraft involves servicing the systems. A shelf will be installed for new lubricants, which will contribute to their correct distribution and order. The components will be labeled and marked to ensure the safety of both teachers and students in the handling, treatment and storage of lubricants. In order to fulfill this purpose, it is necessary to have a correct treatment and handling of used lubricants, since there may be oil, hydraulic liquid and solvent residues, which should be classified according to their characteristics of origin.

Key words: Lubricant handling, storage system, waste of lubricant, waste.

## **Capítulo I**

### **Antecedentes**

En el centro del país, en la provincia de Cotopaxi, en la parroquia Belisario Quevedo se encuentra ubicado el campus Guillermo Rodríguez Lara de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE-L, mediante la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica se forman día a día técnicos en mantenimiento aeronáutico.

La carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica dentro de su malla académica posee varias horas de componentes prácticos, los mismos que son relacionados con los sistemas de las aeronaves escuelas, tales como: sistema de lubricación, sistema de combustible, sistema de controles de vuelo, etc. Dichas horas prácticas o de laboratorio son realizadas por los estudiantes de diferentes niveles, que abarcan tareas como limpieza, inspección, remoción, instalación y chequeos.

Existen varias necesidades en cuanto a la infraestructura de los laboratorios de la carrera, tomando en cuenta que cada práctica de laboratorio debe tener ciertos procesos estandarizados, es de vital importancia crear un lugar de abastecimiento y almacenaje de lubricantes, grasas, y materiales químicos anticorrosivos, que proponga y garantice un nivel óptimo sobre el cuidado del medio ambiente.

#### **Planteamiento del problema.**

La carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga, cuenta con diferentes laboratorios y aeronaves escuelas las mismas que son utilizadas para realizar prácticas de laboratorio por los estudiantes de acuerdo a los procedimientos de los diferentes manuales.

Ciertas prácticas de laboratorio incluyen el uso de lubricantes, de tal manera que se debe abastecer y almacenar el mismo cumpliendo normas de seguridad; la universidad cuenta con un sistema de almacenaje de lubricantes, pero no se realiza de la manera adecuada.

Analizando las normas de seguridad que se debe cumplir con el manejo, uso y almacenaje de los lubricantes, luego de realizar las determinadas prácticas de laboratorio, los residuos de grasas, lubricantes, materiales anticorrosivos, no tienen un lugar seguro de almacenaje, por tal razón es de suma importancia que se opte por la implementación de un sistema de almacenaje.

### **Justificación e Importancia**

El manejo inapropiado y el no poseer una aérea de almacenaje de lubricantes nuevos y usados, con el cual realizan los estudiantes las prácticas de cada asignatura, conlleva a un nivel de inseguridad en los laboratorios y aeronaves.

En vista de esto y de acuerdo a ciertas normas de manejo, uso y almacenaje de los lubricantes, es necesario la implementación de un área de específica para evitar cualquier tipo de incidente o accidente.

Llevar a cabo el presente proyecto ayudará a estandarizar ciertos procedimientos inseguros, en ciertas prácticas de mantenimiento como servicio de reservorios de aceite, lubricación de cables y poleas, almacenamiento de sustancias químicas en un área que cumpla con todas las normas técnicas de seguridad.

### **Objetivos**

#### ***Objetivo general***

Implementar un sistema de almacenaje, mediante información técnica para la conservación y cuidado de los lubricantes en el campus General Guillermo Rodríguez Lara de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga

#### ***Objetivos específicos***

- Recopilar información pertinente, necesaria y técnica sobre el almacenaje de lubricantes.
- Implementar el sistema de almacenamiento de acuerdo a las respectivas informaciones técnicas apropiadas.
- Estandarizar el procedimiento y normas de almacenaje de lubricantes.

**Alcance**

El presente proyecto, beneficia a todos los estudiantes de la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga, para la ejecución de prácticas de mantenimiento relacionadas con el tratado y manejo de los lubricantes, y por ende mantenerlos almacenados en un lugar que cumpla con todas las medidas de seguridad.

## Capítulo II

### Marco Teórico

#### **Reseña histórica de la Universidad Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE**

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE ha sido considerada como una de las instituciones de más prestigio a nivel nacional e internacional, esto se debe a su constante innovación, al aporte y desarrollo productivo del Ecuador y de sus regiones, pero también a la puesta en práctica de sus principios institucionales. (Proaño et al., 2022)

Tiene su origen en 1922, cuando se crea la Escuela de Oficiales Ingenieros, posteriormente, surge la Escuela de Artillería e Ingenieros en 1936; no obstante, a raíz de la crisis de la Educación Superior en 1968, la Escuela Técnica de Ingenieros en el marco de cambios propiciados en los procesos educativos decide permitir la entrada a la población civil, generándose desde este momento un reconocimiento a la ESPE por parte de la sociedad a partir de 1977 que fue conferido por parte del congreso nacional, logrando constituirse en la Escuela Politécnica del Ejército, hoy Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, siendo a partir de ese entonces una institución de Educación Superior con visibilidad jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio, de derecho público, estableciéndose como matriz a la edificación de Sangolquí, y posteriormente dos sedes con ofertas académicas diversas en Latacunga y Santo Domingo de los Tsáchilas. (Proaño et al., 2022)

Al ser integrante del Sistema de Educación Superior del Ecuador, la ESPE se compone por el campus matriz en Sangolquí, las sedes de Latacunga y de Santo Domingo de los Tsáchilas; así como las Unidades Académicas Especiales y el Instituto de Idiomas. Están matriculados alrededor de 13.000 estudiantes militares y civiles, 8.309 hombres y 5.606 mujeres. (Proaño et al., 2022)

La Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE promueve a través de sus labores el fortalecimiento de la formación académica, investigativa y profesional con visión científica, técnica y humanista; a través del desarrollo y promoción del conocimiento, innovación,

desarrollo y difusión de los saberes ancestrales y culturales; así también en la construcción de soluciones para los problemas de la sociedad ecuatoriana, y a través de sus extensiones en Santo Domingo y Latacunga con el desarrollo social en el ámbito de sus regiones. (Proaño et al., 2022)

### **Figura 1**

*Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE*



*Nota.* Edificio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Sede Latacunga. Tomada de <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/30283>

Actualmente, las carreras de Ingeniería Automotriz, Mecatrónica, Petroquímica, Tecnología Superior en Mecánica Automotriz y Aeronáutica pertenecen al DCEM. Las tecnologías formaron parte de la Universidad desde noviembre del 2013, a partir de junio de 2020 pasan a ser parte del Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica. (Proaño et al., 2022)

### **Campus General Guillermo Rodríguez Lara**

Uno de los sueños de la Sede fue la construcción del nuevo Campus Politécnico; el Señor Rector de la ESPE, General de Brigada Rubén Navia calificó de “memorable” y anunció que su construcción será por etapas y aseguró que el nuevo centro permitirá alcanzar los objetivos institucionales. (Proaño et al., 2022)

Para el inicio del periodo académico septiembre 2012 - febrero 2013, cerca de 3 000 estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército sede Latacunga iniciaron sus actividades educativas en las instalaciones del nuevo Campus ubicado en el barrio Forastero de la Parroquia Belisario Quevedo del cantón Latacunga, campus que luego se denominó “General Guillermo Rodríguez Lara”. (Proaño et al., 2022)

## **Figura 2**

*Campus General Guillermo Rodríguez Lara*



*Nota.* Edificio de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE Campus General Guillermo Rodríguez Lara. Tomada de <https://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/30283>

### **Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

En el año del 2013, las Carreras de Tecnología en Mecánica Aeronáutica mención Aviones, y Tecnología en Mecánica Aeronáutica mención Motores pasan a ser parte de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, de acuerdo a la Orden de Rectorado Nro. ESPE-HCU-RES-2019-076 en la cual se aprueba la Red Organizacional de las Sedes y Extensiones de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE. En año de 2017 de acuerdo a la Resolución emitida por el Consejo de Educación Superior CES RPC-SO-35-No. 659-2017, la carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica mención Aviones entra en vigencia el rediseño de la

carrera antes mencionada obteniendo su nueva denominación como Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica. (Proaño et al., 2022)

La Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica cuenta con aeronaves que forman parte del parque aeronáutico de la carrera las cuales son parte fundamental para la formación de práctica de los estudiantes. (Proaño et al., 2022)

### **Figura 3**

*Aeronaves con las que cuenta la Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica*



*Nota.* Aeronaves con las que cuenta la Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica.

La carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica cuenta con laboratorios adecuados conforme establece la Regulación Técnica RDAC, parte 147, para que los estudiantes puedan interactuar con los sistemas de las aeronaves entre los cuales consta con laboratorio de motores jet, motores recíprocos, ensayos no destructivos, sistemas hidráulicos, materiales compuestos y entre otros. (Proaño et al., 2022)



**Figura 4**

*Laboratorios de la carrera*



*Nota.* Laboratorios con los que cuenta la Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica.

Finalmente, la carrera en Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica se define como una profesión altamente competitiva y de actualización continua, que va de la mano con el desarrollo tecnológico de la aeronáutica mundial, orientada a la formación del personal técnico que labora en el campo del mantenimiento aeronáutico. (Proaño et al., 2022)

Por esta razón es necesario formar profesionales con competencias laborales, para poder ocupar los diferentes cargos que se generan en el campo aeronáutico, de tal forma que, un técnico que no posea la licencia otorgada por esta autoridad, no podrá ejercer profesionalmente dentro del mantenimiento aeronáutico, conforme a lo dispuesto en la RDAC 043, "únicamente el poseedor de una licencia podrá efectuar el mantenimiento de una aeronave"; para lo cual en la RDAC 065 estipula que el requisito de formación del personal de mantenimiento deberá ser avalado por un Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil (CIAC); y

estar Certificado y reconocido bajo los lineamientos descritos en RDAC 147. (Proaño et al., 2022)

### **Regulaciones de la Dirección General de la Aviación Civil del Ecuador**

La Dirección General de la Aviación Civil del Ecuador (DGAC), como autoridad aeronáutica del Ecuador, planifica, regula, controla y administra la actividad aeronáutica y aeroportuaria, garantizando la seguridad en las operaciones aéreas minimizando los impactos sobre el medio ambiente. Para cumplir con este objetivo, la DGAC por medio de un conjunto regulaciones, norman la actividad aeronáutica de la República del Ecuador. (DGAC, n.d.)

Como se anteriormente la menciona la carrera en Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica esta certificada como Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil (CIAC) y reconocido bajo los lineamientos descritos en RDAC 147.

### **Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil**

La RDAC 147 establece los requisitos de certificación y reglas de operación de un Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil (CIAC), destinado a la formación y entrenamiento de mecánicos de mantenimiento de aeronaves, conforme al Capítulo D del RDAC 65. (DGAC, 2020)

La solicitud para emisión de un certificado de Centro de Instrucción de Aeronáutica Civil (CCIAC) y las especificaciones de instrucción (ESINS) correspondiente, debe ser realizada en la forma y manera establecida por la AAC. El CIAC, luego que la AAC haya analizado la solicitud y realizado la inspección que permita asegurar que el solicitante cumple con los requisitos exigidos en este reglamento, emitirá al solicitante un CCIAC. (DGAC, 2020)

De acuerdo a lo que menciona LA RDAC 147 Cap. C Reglas de Operación bajo el numeral 147.200 - Requisitos de instalaciones y edificaciones; el CIAC deberá asegurarse que, para desarrollar la instrucción práctica, se dispondrá de talleres y/o instalaciones de

mantenimiento independientes a las aulas de formación teórica, a fin de impartir en forma adecuada el curso de formación programado. (DGAC, 2020)

Por tal razón los estudiantes al momento de realizar sus prácticas de laboratorio, sean estas en sistemas de las aeronaves o en equipos de instrucción manipulan ciertas sustancias como lubricantes, combustibles (líquidos inflamables), los mismos que son considerados como mercancías peligrosas y por ende deben ser almacenados en lugar adecuado.

### **Figura 5**

#### *Prácticas de mantenimiento*



*Nota.* Manipulación de mercancías peligrosas en una práctica de laboratorio. Tomada de <https://omsespana.com/>

### **Mercancías peligrosas**

De acuerdo a la RDAC 175 menciona que: Todo objeto o sustancia que pueda constituir un riesgo para la salud, la seguridad, los bienes o el medio ambiente y que figure en la lista de mercancías peligrosas de las Instrucciones Técnicas o esté clasificado conforme a dichas Instrucciones. (ICAO, 2017)

Las mercancías peligrosas son materiales o elementos con propiedades peligrosas que, si no se controlan correctamente, suponen un riesgo potencial para la salud humana y la seguridad, las infraestructuras y/o sus medios de transporte. (Butterfly Training, 2019) Las mercancías peligrosas, a menudo reconocidas como materiales nocivos, pueden ser productos

químicos puros, mezclas de sustancias, productos manufacturados o artículos que puedan suponer un riesgo para las personas, los animales o el medio ambiente si no se manipulan correctamente durante su uso o durante su transporte. (EDGM, n.d.)

## Figura 6

### *Almacenamiento de mercancías peligrosas*



*Nota.* Almacenamiento de mercancías peligrosas. Tomada de <https://www.aviacioncivil.gob.ec/dgac>

Las Normas del Modelo de la ONU utilizan un sistema de clasificación en el que cada sustancia o artículo peligroso se asigna a una clase. La clasificación de Mercancías Peligrosas en aviación tiene base según el riesgo que estas pueden entrañar, su composición y/o su grado de peligrosidad. (Butterfly Training, 2019) A cada sustancia o artículo peligroso se le asigna a una clase, dependiendo de la naturaleza del peligro que presenta. (Butterfly Training, 2019)

### **Clase 1 Explosivos**

Los explosivos tienen moléculas diseñadas para cambiar rápidamente su estado (normalmente sólido) convirtiéndose en un gas muy caliente, para producir un efecto físico repentino y violento. El cambio de estado tiene lugar casi instantáneamente (produciéndose un rápido incremento del volumen al convertirse el sólido en gas, y una posterior expansión debida al cambio que va acompañada de una gran liberación de

energía química en forma de calor) alcanzando varios miles de grados. Es este incremento rápido y drástico en el volumen lo que produce el efecto físico deseado. Los explosivos se declaran como NEQ (Cantidad de Explosivos Netos) al describirlos en el documento de transporte, independientemente del peso neto. (Butterfly Training, 2019)

### **Figura 7**

#### *Explosivos*



*Nota.* Mercancías peligrosas – clase 1. Tomada de <https://www.dsv.com/es-es/ayuda/faq/transporte-de-mercancias-peligrosas>

#### **Clase 2 Gases**

La fuerza contenida en un cilindro de gas de alta presión puede ser muy grande. La mayoría de los gases son más pesados que el aire. Pueden causar asfixia si desplazan o diluyen el aire en espacios confinados. Estos incluyen el oxígeno, el nitrógeno, el hidrógeno, el helio, el neón y el argón. Una vez licuados, deben conservarse en recipientes especialmente aislados para evitar que se calienten. El frío extremo claramente supone un peligro si el metal frío, etc., se toca accidentalmente sin protección. Además, un escape de gas muy frío supone un peligro para la respiración, causando un daño directo en los pulmones o la ausencia de oxígeno. (Butterfly Training, 2019)

**Figura 8***Gases*

*Nota.* Mercancías peligrosas – clase 2. Tomada de <https://www.dsv.com/es-es/ayuda/faq/transporte-de-mercancias-peligrosas>

***Clase 3 Líquidos Inflamables***

Algunos líquidos inflamables son derivados del petróleo, como la gasolina o el queroseno. Otros se logran a través de procesos naturales o industriales, como los alcoholes. El almacenaje de líquidos inflamables está sujeto a regulaciones muy estrictas. (Butterfly Training, 2019)

Cuando algunas moléculas en el líquido tienen suficiente energía y se mueven a suficiente velocidad como para traspasar la superficie hacia el espacio aéreo superior, se crean vapores. Cuanto más caliente esté el líquido, más moléculas lograrán ese nivel de energía y velocidad, y más rápido se formarán los vapores. Los vapores son invisibles, y siempre mucho más pesados que el aire. Fluirán hacia abajo y se acumularán en el punto más bajo. Los vapores se mezclan rápidamente con el aire; cuando la mezcla esté dentro de los límites explosivos para el material en particular, quemará o explotará al prenderse. (Butterfly Training, 2019)

**Figura 9***Líquidos inflamables*

*Nota.* Mercancías peligrosas – clase 3. Tomada de <https://www.dsv.com/es-es/ayuda/faq/transporte-de-mercancias-peligrosas>

***Clase 4 Sólidos inflamables, materias de combustión espontánea***

Arderán fácilmente, más que los materiales combustibles ordinarios como la madera o el papel. La combustión puede ser violenta y rápida, generando una gran cantidad de calor. Algunos productos de esta clase son explosivos desensibilizados, p. ej. el trinitrotolueno humedecido (TNT) que de otro modo pertenecería a la Clase 1. Se pueden descomponer de manera explosiva, arder de forma vigorosa o generar gases o vapores tóxicos. (Butterfly Training, 2019)

**Figura 10***Sólidos inflamables*

*Nota.* Mercancías peligrosas – clase 4. Tomada de <https://www.dsv.com/es-es/ayuda/faq/transporte-de-mercancias-peligrosas>

### **Clase 5 Sustancias Oxidantes**

Debido a su alto contenido en oxígeno, suelen ser materiales reactivos. Pueden reaccionar con otros materiales inflamables o combustibles, y el calor generado puede iniciar la combustión más tarde. Después, los agentes suministran el oxígeno para mantenerlos ardiendo sin ayuda del oxígeno en el aire, como ocurre con la combustión normal. (Butterfly Training, 2019)

#### **Figura 11**

*Sustancias oxidantes*



*Nota.* Mercancías peligrosas – clase 5. Tomada de <https://www.dsv.com/es-es/ayuda/faq/transporte-de-mercancias-peligrosas>

### **Clase 6 Sustancias tóxicas e infecciosas**

Son venenos químicos o que pueden dañar el cuerpo humano, en su totalidad o en parte. Debe evitarse que penetren en el cuerpo, tragándolos, respirándolos o absorbiéndolos a través de la piel. El abanico de la gama de tóxicos va desde los que pueden matar en minutos, como los cianidos, a aquellos que harían daño, pero no necesariamente matarían, siempre que la dosis no sea excesiva, como los hidrocarburos clorados. (Butterfly Training, 2019)



**Figura 12**

*Sustancias tóxicas e infecciosas*



*Nota.* Mercancías peligrosas – clase 6. Tomada de <https://www.dsv.com/es-es/ayuda/faq/transporte-de-mercancias-peligrosas>

**Clase 7 Radioactivos**

Los materiales radioactivos contienen átomos inestables que cambian su estructura de forma espontánea aleatoriamente cada cierto periodo de tiempo. A medida que cambia cada átomo, emite una radiación invisible que puede causar radiación ionizante de cambio química o biológica. Esto puede dañar el cuerpo en uno u otro sentido, dependiendo del tipo de radiación y de la duración de la exposición. (Butterfly Training, 2019)

**Figura 13**

*Radioactivos*



*Nota.* Mercancías peligrosas – clase 7. Tomada de <https://www.dsv.com/es-es/ayuda/faq/transporte-de-mercancias-peligrosas>

### **Clase 8 Corrosivos**

Los corrosivos son materiales altamente reactivos de acción química, que pueden producir cambios en los materiales en contacto. (DSV, 2020) Por este motivo, los productos corrosivos se usan en gran medida en la industria para producir una amplia gama de transformaciones y efectos. Esta naturaleza activa puede, obviamente, resultar muy dañina para el cuerpo. Trabajan desde fuera del cuerpo destruyendo el tejido, al contrario que los tóxicos, que trabajan desde el interior en los distintos órganos y sistemas vitales. (Butterfly Training, 2019)

#### **Figura 14**

*Corrosivas*



*Nota.* Mercancías peligrosas – clase 8. Tomada de <https://www.dsv.com/es-es/ayuda/faq/transporte-de-mercancias-peligrosas>

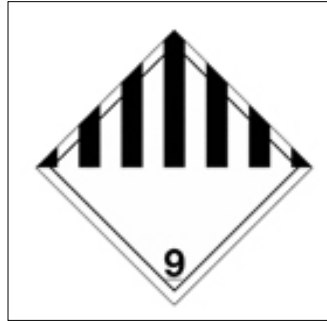
Los corrosivos pueden ser ácidos o alcalinos. Los ácidos reaccionan con metales que son generalmente fuertes y flexibles, para producir sales, que pueden ser cristales frágiles que son solubles en agua. Los ácidos inorgánicos incluyen ácidos carboxílicos, acéticos, fórmicos, benzoicos y grasos como el ácido oleico, el palmítico y el esteárico. (Butterfly Training, 2019)

### **Clase 9 Materias y objetos peligrosos diversos**

Estos productos tienen propiedades que no se pueden incluir en ningún otro grupo en el sistema de Clases UN o que presentan una serie de peligros no relacionados que abarcan a dos o más Clases. (Butterfly Training, 2019)

**Figura 15**

*Materias y objetos peligrosos*



*Nota.* Mercancías peligrosas – clase 9. Tomada de <https://www.dsv.com/es-es/ayuda/faq/transporte-de-mercancias-peligrosas>

**Lubricantes**

Los aceites lubricantes tienen como finalidad disminuir la fricción entre dos superficies, por lo general son usados en el interior de los motores donde las condiciones de operación hacen que después de cierto periodo de uso se degraden en compuestos cuyas características no permiten su utilización como lubricantes y deben ser reemplazados. (Ortiz Delgado, 2018)

**Figura 16**

*Lubricantes*



*Nota.* Lubricantes. Tomada de <https://www.eniecuador.ec/productos-domesticos-e-industriales/eni-lubricantes/>

Los lubricantes son cualquier sustancia de origen animal, vegetal, mineral o sintética que permite la separación de dos superficies en movimiento relativo, reduciendo el desgaste, refrigerándolas, evacuando contaminantes y protegiéndolas del medio circundante. (Lux Miguel, 2010)

Los aceites lubricantes se contaminan durante su utilización con productos orgánicos de oxidación con materiales como carbón, productos provenientes del desgaste de los metales y con otros sólidos. (Flores P. C., 2001)

Las funciones principales que deben cumplir los lubricantes son:

- Disminuir la fricción
- Reducir el desgaste
- Transferir el calor generado por las pérdidas de potencia en el mecanismo
- Sellar
- Evacuar impurezas de tipo orgánico o metálico
- Transmitir potencias

### **Figura 17**

*Funciones de los lubricantes*



*Nota.* Disminución de la fricción. Tomada de <https://motorkote.com.co/la-ciencia-de-la-friccion/>

Todas estas funciones se pueden ver afectadas por la presión y temperatura extrema, los motores aeronáuticos están expuestos sufrir alteraciones a causa de las condiciones de los lubricantes y por consecuencia la lubricación en el sistema. Todos los lubricantes de aviación deben cumplir con ciertas especificaciones para su aprobación las cuales se consiguen después de un amplio programa de pruebas supervisadas por la Marina de los EE.UU. Esto comienza con las pruebas de laboratorio, seguido de pruebas de motor de 150 horas antes de ser finalmente evaluados en vuelo. Las dos especificaciones SAE utilizadas son: SAE J1899 (antes MIL-L-22851) – Aceite con dispersante sin cenizas, SAE J1966 (antes MIL-L-6082) – Aceite grado mineral. Las especificaciones militares fueron reemplazadas por las especificaciones SAE a finales de 1990. Por referencia es probable que aún se utilicen especificaciones militares a medida que se insertan las nuevas especificaciones en la industria. (Lux Miguel, 2010)

Los aceites de aviación constituyen la lubricación, teniendo algunas diferencias pues cada fabricante mezcla aditivos patentados para mejorar el aceite y proporcionar características fiables de rendimiento para el usuario final. Cada grado de viscosidad del aceite está diseñado para satisfacer las necesidades específicas del motor. Usar el aceite adecuado para la lubricación del motor de una aeronave específica puede ayudar a mejorar la eficiencia del motor. (Lux Miguel, 2010)

### **Lubricantes en aviación**

Al igual que existen dos tipos básicos de motores de avión, los de combustión interna (MCI) a pistón, y los motores a reacción (turbina), hay dos tipos de lubricantes para motores de aviación: El aceite para motor a pistón “Piston Oil” y el aceite para motor a turbina “Turbine Oil”. Cada aceite se prepara mediante una mezcla combinada de aditivos y de aceites básicos que reflejan las propiedades fisicoquímicas impuestas por el diseño del motor y las condiciones operacionales a las que estarán sujetos. (Federal Aviation Administration, 2011)

## Figura 18

### *Los lubricantes en aviación*



*Nota.* Lubricantes de aviación. Tomada de <https://gjaviation.com/productos.html>

Existen otros lubricantes para la aviación que son utilizados para sistemas de control hidráulico y sistemas de control de hélice, grasas especiales y hasta hay nuevos lubricantes sintéticos especialmente formulados para soportar grandes cargas en componentes tales como transmisiones y cajas de engranajes de los helicópteros más modernos. (Leal de Rivas, 2014)

Las aprobaciones son publicadas por los organismos militares y por los fabricantes de los motores o de los componentes, y una vez aprobados, no se permiten cambios en la formulación (incluso en la fuente de suministro de los aditivos) a no ser que el cambio sea probado y aprobado por el fabricante, para lo cual se requiere una nueva corrida de pruebas con la nueva formulación, procedimiento largo y costoso. (Leal de Rivas, 2014)

Las agencias militares publican dos documentos llamados, uno “Qualified Products List” (QPL)- “Lista de productos Calificados” y el otro conocido como “Approved Products List” (APL)- “Lista de productos aprobados” y la documentación de una aprobación civil de un fabricante, aparece en los boletines/cartas de servicio (Service Bulletin/Letter) o en los manuales de mantenimiento/operación de las aeronaves. (Leal de Rivas, 2014)

En general, los aceites se aprueban por su especificación militar y por su nombre de la marca comercial y en todo caso aparecerán en dichos boletines y en los manuales. Utilizar lubricantes que no aparezcan en la tabla de “Similares/ equivalentes” no puede permitirse, ya que se violarían las regulaciones y se perderían las garantías. (Federal Aviation Administration, 2011)

## Clasificación de los lubricantes

### Según su origen

Los lubricantes pueden tener bases naturales y/o sintéticas dependiendo su aplicación:

#### Minerales

**Tabla 1**

*Lubricantes minerales*

<b>Lubricantes con bases minerales</b>	
Aceites Animales	Cera de abejas, estearinas, glicerina, etc.
Aceites Vegetales	Resinas, aceites de palma, entre otros
Aceites Minerales	Derivados de la refinación del petróleo

**Figura 19**

*Lubricantes minerales*



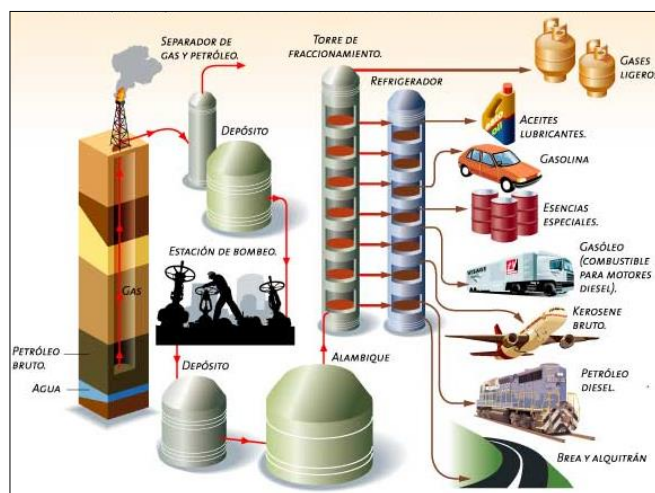
*Nota.* Lubricantes minerales. Tomada de <https://www.mundodeportivo.com>

## Sintéticos

Son aceites obtenidos mediante síntesis que reemplazan a los derivados del petróleo por estructuras moleculares diseñadas a la medida. Se caracterizan por una baja variabilidad de la viscosidad con la temperatura (elevado índice de viscosidad) por lo tanto, menor fluidificación, incluso a temperaturas de 120°C. (Totten et al., 2017)

### Figura 20

#### *Lubricantes sintéticos*



*Nota. Lubricantes sintéticos.* Tomada de

<https://sites.google.com/site/exportaciondelpetroleousil/3-preguntas/a/b>

Otra importante característica es una excepcional estabilidad térmica frente al envejecimiento, lo que tiende a conservar inalteradas sus características fisicoquímicas a lo largo del tiempo, retardando el conjunto de fenómenos de alteración debido al calor y a la acción del oxígeno del aire. (Totten et al., 2017)

Las características más importantes de los aceites de base sintética son:

- No son inflamables.
- Dejan una mínima cantidad de residuos por evaporación, por lo cual no habrá taponamiento de las líneas.
- Reducen, hasta en un 11% el consumo de energía en los equipos que lubrican,



como resultado de la disminución del frotamiento mecánico.

- Presentan estabilidad química.
- Pueden ser fabricados para cumplir ciertos parámetros requeridos, como el grado de viscosidad y propiedades anticorrosión. (Leal de Rivas, 2014)

### **Según la clasificación ISO**

Clasificación de viscosidad de los aceites, utilizando como unidad de medida el Centistoke (cSt) a 40°C. Este sistema clasifica únicamente los aceites industriales y permite encontrar exacta y rápidamente el equivalente en viscosidad de un aceite en otra marca sin temor a equivocaciones. (Vargas, n.d.)

### **Según la clasificación SAE**

Se clasifican exclusivamente según los límites de variación de viscosidad a una temperatura dada, sin considerar otra característica ni los posibles aditivos. (Leal de Rivas, 2014)

Dentro de esta clasificación se encuentran los aceites para lubricación de motores en general, que a su vez se subdividen en monogrados y multigrados. En este sistema sólo se indica cómo se comporta la viscosidad del aceite a determinadas temperaturas, estableciendo ocho grados SAE para lo(Norma ASTM 4378 by Huscarle5060 - Issuu, n.d.)ma ASTM 4378 by Huscarle5060 - Issuu, n.d.)

Los aceites monogrados se caracterizan porque sólo tienen un grado de viscosidad. La letra W en algunos aceites monogrados significa invierno (winter), lo que indica que a pesar que el aceite se encuentre sometido a bajas temperaturas, se va a mantener delgado, garantizando la correcta lubricación. (Leal de Rivas, 2014)

Los aceites multigrados, por su parte, se caracterizan por tener un índice de viscosidad alto. Esto permite que el aceite pueda ser utilizado para cubrir diversos grados SAE de viscosidad.

**Tabla 2***Grados SAE de viscosidad*

<b>Grado SAE</b>	<b>Viscosidad</b>
0W	3,8
5W	3,8
10W	4,1
15W	5,6
20W	5,6
25W	9,3
20	5,3 - 9,3
30	9,3 - 12,5
40	12,5 - 16,3
50	16,3 - 21,9
60	21,9 - 26,1

La diferencia entre ambos radica en la lubricación inicial del equipo en el arranque del motor, debido a que a los aceites monogrados por tener una viscosidad alta en frío, le cuesta más llegar a las partes vitales del motor, en cambio los multigrados poseen una viscosidad menor en frío lo que les permite fluir mejor en el arranque, permitiendo de esta forma una lubricación más efectiva, lo cual reduce la fricción (desgaste adhesivo). (Leal de Rivas, 2014)

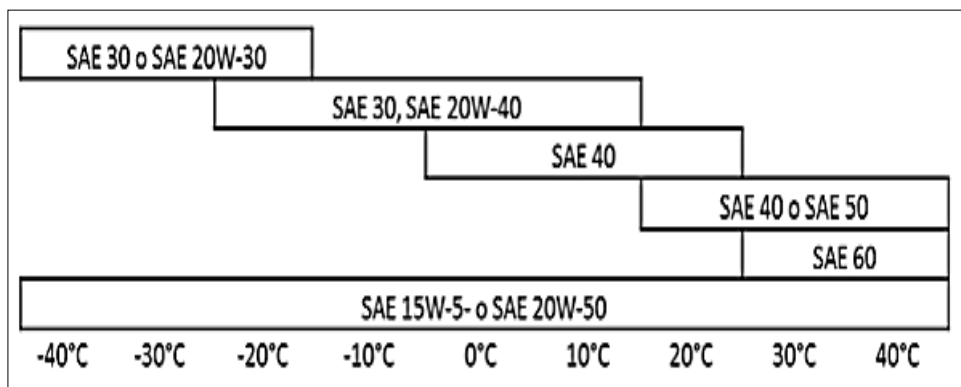
### **Selección del grado SAE**

Para asegurar una buena lubricación al momento del arranque del motor es necesario conocer la temperatura del ambiente donde opera el motor.

En la Figura 21 se presenta una guía para seleccionar el grado SAE de una forma aproximada, de acuerdo con la temperatura. (Continental Aircraft Engine, 1999)

## Figura 21

### Guía del grado SAE



*Nota.* Guía del índice SAE. Tomada de (Continental Aircraft Engine, 1999)

El índice SAE, indica cómo es el flujo de los aceites a determinadas temperaturas, es decir, su viscosidad. Esto no tiene que ver con la calidad del aceite, contenido de aditivos, funcionamiento o aplicación para condiciones de servicio especializado. (Goconqr, n.d.) La clasificación SAE está basada en la viscosidad del aceite a dos temperaturas, en grados Fahrenheit, 0°F y 210°F, equivalentes a -18°C y 99°C, estableciendo ocho grados SAE para los monogrados y seis para los multigrados. (Goconqr, n.d.)

Entre más bajo sea el grado de viscosidad para invierno (0W, 5W, 15W, 20W, 25W, etc.) el aceite es más fluido en bajas temperaturas, por lo tanto, facilita la lubricación al momento del arranque cuando el motor está frío o en bajas temperaturas. Por ejemplo, un aceite SAE 10W50, indica la viscosidad del aceite medida a -18 grados y a 100 grados, en ese orden. Menciona que el aceite se comporta en frío como un SAE 10 y en caliente como un SAE 50. (Goconqr, n.d.)

Así que, para una mayor protección en frío, se deberá recurrir a un aceite que tenga el primer número lo más bajo posible y para obtener un mayor grado de protección en caliente, se deberá incorporar un aceite que posea un elevado número para la segunda. (Vargas, n.d.)

## Figura 22

### Grados de los aceites



*Nota.* Aceites monogrado - multigrado. Tomada de <https://mantenimiento-de-sistemas-de-lubricacion.fandom.com>

Una de las ventajas más importantes de los aceites multigrados con respecto a los monogrados, es el ahorro de combustible debido a la disminución de la fricción en las diferentes partes del motor, principalmente en la parte superior del pistón. Los números SAE de viscosidad constituyen clasificaciones de aceites lubricantes en términos de viscosidad solamente, las cuales se muestran en la Tabla 1. Los valores oficiales de 0°F y 210°F son los especificados en la clasificación. Los grados centistokes representan la viscosidad cinemática y los centipoises la dinámica. (Vargas, n.d.)

**Tabla 3***Grados centistokes*

Grado de Viscosidad SAE	Viscosidad a Baja Temperatura (°C),		Viscosidad a Alta Temperatura (°C)		
	Max. Arranque	Max. De Bombeo (Sin esfuerzo)	Cinemática a 100 °C min.	Cinemática a 100 °C máx.	Alta Tasa de Corte a 150 °C
0W	6 200 a -35	60 000 a -40	3,8	-	-
5W	6 600 a -30	60 000 a -35	3,8	-	-
10W	7 000 a -25	60 000 a -30	4,1	-	-
15W	7 000 a -20	60 000 a -25	5,6	-	-
20W	9 500 a -15	60 000 a -20	5,6	-	-
25W	13 000 a -10	60 000 a -15	9,3	-	-
20	-	-	5,6	< 9,3	2,6
30	-	-	9,3	< 12,5	2,9
40	-	-	12,5	< 16,3	3,5 (0W-40, 5W-40, 10W-40)
40	-	-	12,5	<16,3	3,7 (15W-40,20W-40,25W-40,40)
50	-	-	16,3	< 21,9	3,7
60	-	-	21,9	< 26,1	3,7

## Características de los lubricantes

Los aceites lubricantes tienen algunas propiedades características, entre las cuales cabe destacar:

### **Viscosidad**

La viscosidad es una de las características más importantes del aceite lubricante. La viscosidad es una medida de la resistencia al flujo en una temperatura específica en lo referente a tiempo. Las dos temperaturas más comunes para la viscosidad del aceite lubricante son 40 °C y 100 °C. La viscosidad se evalúa con un método cinemático y se divulga normalmente en centistokes (cSt).

En el análisis del aceite usado, la viscosidad se compara a la del aceite nuevo para determinar si un adelgazamiento o espesamiento excesivo ha ocurrido. (Lux Miguel, 2010)

### **Figura 23**

#### *Viscosidad*



*Nota.* Viscosidad de un lubricante. Tomada de <https://www.sofraser.com>

Normalmente la viscosidad es el criterio más importante en la elección de un aceite lubricante para un uso determinado. Para que la lubricación sea buena conviene que esta característica se seleccione de acuerdo a la velocidad, carga y temperatura de la parte de la máquina que se va a lubricar. Por ejemplo, las altas velocidades, cargas y temperaturas bajas requieren de un aceite de baja viscosidad.

La Tabla 4 muestra la viscosidad que debe tener el aceite en función de sus parámetros de operación

**Tabla 4**

*Viscosidad de un fluido*

<b>Parámetro</b>	<b>Condición de operación</b>	<b>Viscosidad del fluido</b>
Velocidad	Alta velocidad	Baja viscosidad
	Baja velocidad	Alta viscosidad
Carga	Alta carga	Alta viscosidad
	Baja carga	Alta viscosidad
Temperatura	Alta temperatura	Baja viscosidad
	Baja temperatura	Alta viscosidad

### ***Punto de inflamación***

Es la temperatura a la cual la presencia de una llama o una chispa, da lugar a la inflamación instantánea de los vapores del aceite y que a continuación se apaga espontáneamente. Este concepto está muy relacionado con lo que se conoce como el punto de combustión, que es la temperatura a la que hay que someter al lubricante para que se queme en presencia de una llama o una chispa, persistiendo la combustión por lo menos cinco segundos. El punto de combustión suele ser entre 30°C y 60°C superior al punto de inflamación. (Leal de Rivas, 2014)

## Figura 24

### *Punto de inflamación*



*Nota.* Punto de inflamación. Tomada de <https://noria.mx/seleccion-del-lubricante-s/como-analizar-el-punto-de-inflamacion/>

La inflamabilidad de un aceite da una orientación sobre la volatilidad del mismo, e indica su homogeneidad. Si el valor de la inflamabilidad aumenta con el funcionamiento, esto significa que el aceite se ha oxidado, ocasionando un aumento de la viscosidad del producto, que altera las condiciones del lubricante hasta el punto de que ya no es adecuado para el tipo de servicio que presta. En el caso contrario, si el valor del punto de inflamación disminuye, indica que se ha producido cierta alteración del aceite, lo cual puede ser indicio de contaminación de combustible. (Leal de Rivas, 2014)

### ***Densidad***

Es la relación entre el peso de un volumen dado del aceite y el peso de un volumen igual de agua. Esta característica permite convertir el volumen en peso. (Leal de Rivas, 2014)

### ***Estabilidad a la Oxidación***

El aceite en contacto con el aire se oxida y produce sedimentos de carbón y humo en los motores, compresores y máquinas similares. Este efecto es uno de los factores de mayor degradación de los lubricantes. Una elevación anormal de la temperatura puede ser considerada como una indicación de la oxidación del aceite. (Leal de Rivas, 2014)



## Propiedades de un lubricante

En la lubricación de motores de aviación, se requiere que el aceite tenga las siguientes características o propiedades:

**Tabla 5**

*Propiedades de los lubricantes*

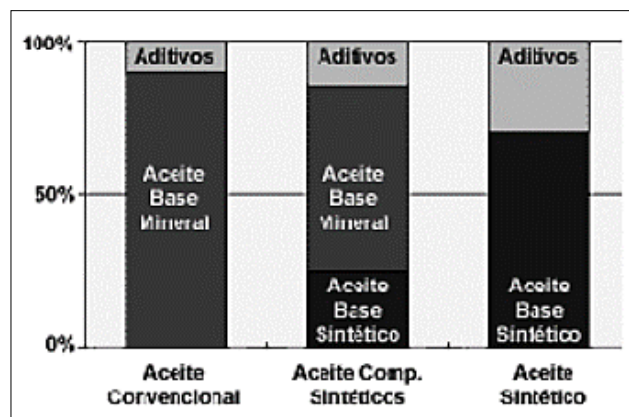
<b>Propiedades de los lubricantes</b>	
Baja volatilidad bajo condiciones de operación	Son inherentes a la elección del aceite base para un tipo particular de servicio y no pueden ser mejoradas con el uso de aditivos.
Características satisfactorias de flujo en el rango de temperatura a usar	Dependen en gran medida de la elección del aceite de base; sin embargo, se pueden mejorar mediante el uso de depresores del punto de escurrimiento y modificadores de viscosidad.
Estabilidad superior o habilidad para mantener características deseables por un período razonable de uso	Dependen en un mayor grado del aceite base, se asocian primordialmente con el agregado de aditivos, que mejoran las propiedades del aceite en esta área.
Compatibilidad con otros materiales del sistema	Compatibilidad de los lubricantes con sellos, rodamientos, embragues, etc. puede ser también parcialmente asociada con el aceite base.

## Composición de los aceites lubricantes

Un lubricante está compuesto esencialmente por una base más aditivos.

## Figura 25

Composición de los aceites lubricantes



Nota: Composición de los aceites lubricantes. Tomada de <http://www.monografias.com>

Los aditivos, de acuerdo a su tipo, influyen en los lubricantes porque imparten, mejoran o suprimen propiedades físicas, químicas o ambas. Por ejemplo, los aditivos mejoradores influyen en la viscosidad, impidiendo cambios significativos en función de la temperatura. Así mismo, los antioxidantes protegen al lubricante impidiendo su oxidación. (Leal de Rivas, 2014)

### Aceites lubricantes usados

Se considera que “aceite lubricante usado” es todo aquel aceite lubricante (de motor, de transmisión o hidráulico, con base mineral o sintética) de desecho, generado a partir del momento en que deja de cumplir la función inicial para la cual fue creado.

## Figura 26

Aceites lubricantes usados



*Nota.* Disminución de la fricción. Tomada de <https://www.cambio16.com>

Este residuo se consideró como peligroso en el Convenio de Basilea por ser altamente tóxico afectando a la salud humana y al medio ambiente.

**Tabla 6**

*Características típicas de los aceites usados*

<b>Característica</b>	<b>Parámetros</b>
Viscosidad a 40 °C [SSU]	97 – 120
Gravedad a 15,6 °C [°API]	19 – 22
Peso específico a 15,6 °C [ <i>kg/dm<sup>3</sup></i> ]	0,9396 - 0,8692
Agua [% volumen]	0,2 - 33,8
Insolubles en benceno [% peso]	0,1 - 4,2
Solubles en gasolina [% volumen]	0,56 - 33,3
Punto de ignición [°C]	78 – 220
Contenido calorífico [MJ/kg]	31,56 - 44,88

La gran cantidad de residuos que se generan actualmente, no son más que el resultado de las formas de producción y consumo de las sociedades. Para lo cual las autoridades encargadas de la supervisión y control de la generación de residuos, ha dedicado sus esfuerzos para la regulación de estos y con ello disminuir los riesgos al ambiente que generaría un manejo inadecuado. (Hernández et al., 2008)

**Figura 27***Residuos peligrosos*

Nota: Residuos peligrosos. Tomada de <https://www.residuosprofesional.com>

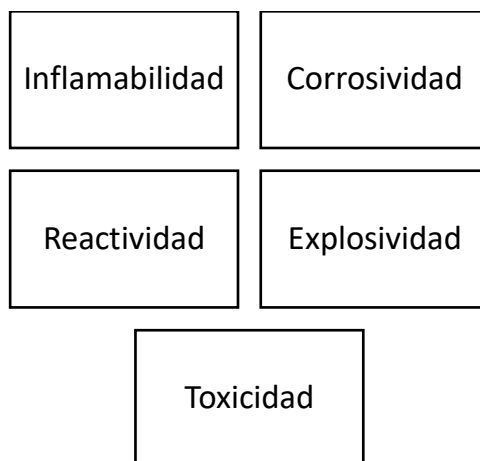
**Residuo:** Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

**Residuos peligrosos:** Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico que, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente. (Hernández et al., 2008)

Un residuo peligroso se define como "Un residuo en cualquier estado físico que, debido a su cantidad, concentración y sus características físicas, químicas o infecciosas pueden:

- a) Causar o contribuir significativamente a incrementar la mortalidad o las enfermedades serias, irreversibles o que produzcan incapacitación.
- b) Poseer un peligro substancial o potencial para la salud humana o el ambiente cuando son tratados, almacenados, transportados o dispuestos inadecuadamente. (Hernández et al., 2008)

Se identifican como residuos peligrosos, cualquier residuo que presente una o más de las siguientes características:










### Clasificación de los residuos peligrosos

A continuación, se muestra cada una de las clasificaciones de los residuos peligrosos con sus respectivas características de peligrosidad.

**Tabla 7**

*Clasificación de los residuos peligrosos*

Rotulación	Características de Peligrosidad
	Residuos Tóxicos Agudos
	Residuos Reactivos
	
	
	
	
	



### Impacto medioambiental

Si se arroja a la tierra destruye el humus vegetal acabando con la fertilidad del suelo debido a los hidrocarburos que contiene que no se degradan biológicamente, pudiendo además alcanzar las aguas subterráneas por la presencia de algunos aditivos que favorecen la penetración del suelo y contaminarlas con sustancias tóxicas como el plomo, el cadmio y compuestos de cloro. Un litro de aceite usado derramado en el suelo puede llegar a formar una mancha de 4 000 m<sup>2</sup>.

### Figura 28

*Impacto medioambiental*



*Nota.* Derrame de aceite. Tomada de <https://www.biobiochile.com>

Los suelos contaminados por aceites usados deben ser evacuados hasta la profundidad en donde se encuentra restos de aceites. Sus aditivos pueden tener componentes tóxicos que, por acumulación en las plantas llegan a la cadena alimenticia humana. Los aceites usados penetran el suelo y automáticamente contaminan las aguas superficiales y subterráneas.

(Enríquez Francisco, 2013)

Un litro de aceite contamina un millón de litros de agua, por lo que, si se vierte al agua, produce una película impermeable que impide la adecuada oxigenación pudiendo asfixiar a los seres vivos que allí habitan y también puede afectar incluso inhabilitar las depuradoras de agua por su bajo índice de biodegradabilidad. Si se quema sin un tratamiento y control adecuados, emite gases tóxicos por su contenido de azufre, fósforo, cloro, etc.

Estudios sobre consecuencias de la exposición a PCB's han indicado síntomas como cloracné (una forma severa de acné), irritación en los ojos, posibles cánceres rectales y del hígado, problemas neurológicos y bajo peso en los niños al nacer, así como un coeficiente intelectual menor de lo normal y un desarrollo motriz desmejorado.

### **Manejo de los residuos**

Debido a que los aceites lubricantes usados son altamente contaminantes, se requiere que su manejo sea responsable, el cual tiene como etapas: recolección, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final, aunque también se pueden aprovechar y/o valorizar los aceites dependiendo de los resultados de pruebas analíticas en la etapa de tratamiento. Las instalaciones pertinentes deben cumplir con las normas ambientales establecidas y todas las operaciones en las distintas etapas se deben realizar de forma segura. En caso de accidentes (goteo, derrame o incendio), seguir los procedimientos según normas establecidas o manual de prácticas.

## Figura 29

### Manejo de residuos



*Nota.* Manejo de residuos. Tomada de <https://transporte.mx/el-manejo-del-aceite.com>

La contaminación de los aceites lubricantes usados sólo puede ser prevenida a través de la separación del aceite en la generación. Esta dependerá de la cantidad y variedad de los aceites generados. Se recomienda separarlos en:

- Aceite de lubricación de motor.
- Aceites hidráulicos.
- Aceite para cortes metálicos.
- Aceites aislantes.
- Otros aceites de desecho, tales como: emulsiones, grasas y solventes.

### Recolección de lubricantes usados

El área de recolección del aceite usado debe tener buena ventilación, pisos impermeables para evitar la contaminación del suelo, etc. Estos requerimientos son válidos para los distintos tipos de áreas.

El sistema de drenaje debe ser seguro; evitando cualquier tipo de derrame (uso de absorbentes industriales para su control) desde que se recibe en el recipiente primario y en el recipiente para el drenaje de filtros y otros elementos, hasta que se traslade al tanque superficial; que es donde se almacena temporalmente.



Siempre que se manipulen los aceites, debe chequearse que no exista ningún tipo de fuga en la respectiva zona de trabajo, los recipientes, las válvulas y las tuberías.

### Figura 30

*Manejo de residuos*



### Almacenaje de lubricantes de aviación

Idealmente todo lugar de almacenamiento de sustancias peligrosas deberá estar ubicado alejada de zonas densamente pobladas, de fuentes de aguas potables, de áreas con posibilidad de anegamiento y de posibles fuentes externas de peligro. (Hernández et al., 2008)

### Figura 31

*Almacenaje de lubricantes*



Nota: Almacenaje de lubricantes. Tomada de <https://noria.mx/lublearn/como-administrar-el-almacenamiento-de-sus-lubricantes/>

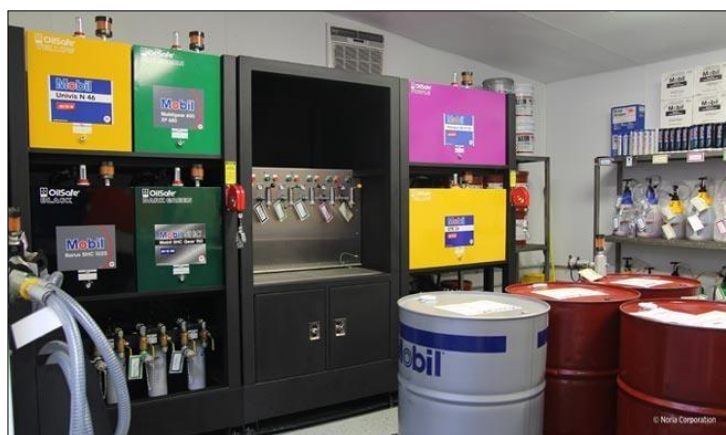
La localización debe tener un fácil acceso a los servicios de transporte y emergencia sobre terrenos estables y que soporten edificios y caminos seguros. Se deben proveer servicios adecuados tales como electricidad con suministro de emergencia si es necesario, agua potable y red de agua contra incendio, sistemas de drenajes segregados de los públicos y de aguas lluvias para evitar toda posible contaminación. (Hernández et al., 2008)

### ***Ubicación***

La ubicación debe ser diseñada de tal manera de permitir la separación de materiales incompatibles utilizando edificios o lugares separados, murallas contrafuego u otras precauciones aceptables, así como también permitir movimientos y manejo seguro de los materiales peligrosos; debe existir espacio suficiente para las condiciones de trabajo y permitir el acceso expedito por varios lados. (MINAMBIENTE, n.d.)

### **Figura 32**

#### *Ubicación del almacenamiento*



Nota: Orden del lugar de almacenamiento de lubricantes. Tomada de <https://noria.mx/manejo-y-aplicacion-h/contenedores-de-almacenamiento-de-aceite>

## **Seguridad**

Se debe proteger los lugares de almacenamiento de posibles robos mediante medidas de seguridad como rejas y alarmas. Las medidas de seguridad pueden variar según la localización del almacenamiento particularmente si se trata de lugares aislados o de lugares que forman parte de un complejo de almacenaje. (Hernández et al., 2008)

## **Diseño del lugar de almacenamiento**

El diseño del lugar de almacenamiento debe ser hecho de acuerdo con la naturaleza de los materiales a ser almacenados y con adecuados lugares de salida. Si es necesario se debe dividir las áreas y el volumen almacenado en zonas compartimentadas en orden de efectuar la necesaria segregación de materiales incompatibles. Los lugares deben estar suficientemente cerrados y con la posibilidad de ser protegidos. Los materiales de construcción deben ser no inflamables y el edificio debe ser de concreto armado o acero. Si es de una estructura de acero, esta debe estar protegida por aislación. (Hernández et al., 2008)

## **Figura 33**

*Lugar de almacenamiento*



Los tanques superficiales entre otros 13 requisitos; deben confinar totalmente el aceite usado, ser resistentes a la acción de los hidrocarburos y la corrosión y poseer un sistema de filtración. El almacenamiento puede ser en bodegas o exterior (volúmenes considerables) y

nunca mezclar materiales incompatibles. Esta etapa finaliza en la operación de bombeo desde los tanques superficiales, hasta el tanque del vehículo, o sea, la entrega de los aceites usados. Otra variante es almacenar los aceites usados de diferentes generadores para su posterior tratamiento. En este caso se deben realizar pruebas de hermeticidad cada cierto tiempo. Las prácticas de manejo que no se deben llevar a cabo son:

- Almacenar aceites usados en tanques de concreto, revestidos en concreto o de asbesto- cemento.
  - Permitir ingreso de otros elementos o residuos al almacenamiento de aceite usado.
  - Realizar cambio de aceites usados en vía pública.
  - Mezclar aceites usados con: solventes, refrigerantes, aceites de freno, PCB's, halógenos o con cualquier tipo de residuo sólido, líquido o agua.
  - Drenar aguas contaminadas con aceites usados a los desagües o cuerpos de agua sin el tratamiento requerido de acuerdo con la normativa ambiental vigente.
- (MINAMBIENTE, n.d.)

### **Capítulo III**

#### **Desarrollo del tema**

##### **Normativa**

La normativa para realizar el proyecto de titulación fue la siguiente:

- Norma Técnica Ecuatoriana. NTE-INEN-2266-Transporte-almacenamiento-y-manejo-de-materiales-peligrosos.
- Norma NFPA 704 - National Fire Protection Association
- Acuerdo - ALU-Reformado-03-05-18 - Ministerio del Medio Ambiente

##### **Preliminar**

La generación de residuos posterior al cumplimiento de las prácticas de laboratorio de la carrera es un problema de relevancia, ya que no existe un procedimiento para la recolección y un lugar para su almacenamiento.

Por tal razón se procedió a implementar un lugar de almacenamiento para lubricantes, que cumpla con las regulaciones y normas de la RDAC 175; el mismo que permita organizar tanto lubricantes nuevos y usados. (Ver Anexo A)

Se enfatizó en generar un procedimiento para la recolección de residuos (lubricantes usados), los cuales sean ubicados en un sistema recolector que posea la seguridad adecuada, ante posibles accidentes por el mal almacenamiento de los mismos.

##### **Área de almacenamiento**

Se implementó un lugar de almacenamiento ubicado en el lado Sur de la Universidad, junto a los laboratorios de la carrera, el mismo que cumple con los requerimientos que mencionan las normativas NTE-INEN-2266 acerca de los lugares destinados para servir de bodegas para el almacenamiento deben reunir ciertas condiciones.

**Figura 34***Área de almacenamiento*

Contar con instalaciones adecuadas y técnicamente diseñadas que faciliten la gestión del desecho conforme la fase contemplada dentro de su regularización. (Tamayo, 2018)

La terminal de carga deberá contar en el área de almacenamiento de mercancías peligrosas, con cuadros ilustrativos de las etiquetas de riesgo y manipulación de mercancías peligrosas, así como la tabla de segregación de mercancías peligrosas, actualizada, y de dimensiones adecuadas para su visualización. (DGAC, 2015)

Entre los puntos más importantes para la implementación del lugar de almacenamiento se tomó en cuenta que las áreas destinadas para almacenamiento deben estar aisladas de fuentes de calor e ignición. Tener una cerca o muro en todo su alrededor, y no permitir la entrada de personas no autorizadas. Debe ser un sitio adecuado para la recolección, tratamiento y eliminación de los residuos de materiales peligrosos y materiales afines. Como se muestra en el proceso final se cumplió satisfactoriamente con la normativa. (INEN, 2013)

**Instalación de la cubierta**

Cumpliendo con lo que dice la normativa INEN 2266 – Transporte, almacenamiento y manejo de materiales peligrosos, en el Artículo D.8 menciona que: “Los lubricantes deben estar

cubiertos y protegidos de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión”. (IPN, n.d.)

Para la instalación de techo y las paredes del área de almacenamiento se tomó en cuenta todas las especificaciones que estipula el código NFPA 30 capítulo 6 sección 4 de diseño, construcción y operación de áreas interiores de almacenaje.

Todos estos materiales son resistentes al fuego y tienen un índice de resistencia, según la tabla 6.4.2.1 de resistencias al fuego del código NFPA 30 esta área debe brindar alrededor de 2 horas de resistencia al fuego, por tal razón se seleccionó estos materiales ya que brindan la seguridad ante posibles eventos de peligro.

La normativa NFPA 30 según la sección 6.4.2.3 menciona que para esta área sea segura debe haber cierta ventilación. Se instaló un tubo estructural que divide la altura del almacenamiento, la pared de 1.30m de altura y el restante con malla electrosoldada. Lo que menciona la normativa el objetivo de esta instalación es para contribuir a la extinción de fuego inmediato, de ser el caso que se produzca un incendio.

### **Figura 35**

*Estructura y cubierta del área de almacenamiento*



Como muestra la Figura 35 se colocó un canal de agua lluvia, este servirá para que toda el agua tenga un desfogue mediante una tubería, ya que toda esta zona tiene un grado de caída para que el agua lluvia en fuertes precipitaciones no se quede empozada.

### **Instalación del sistema eléctrico**

Para la instalación del sistema eléctrico se tuvo en cuenta lo estipulado en el Artículo 513 de la norma NFPA 70, donde especifica que las cajas eléctricas deben mantener una distancia no menor a 1,5 m (5ft.) entre ellas, además menciona que todas las instalaciones deben estar recubiertas por un elemento de rotación inherente al calor. Por tal razón, se cubrió todo el cableado eléctrico con un protector de PVC.

### **Figura 36**

*Instalación del sistema eléctrico*



La norma NFPA 30 - Equipo e instalaciones eléctricas bajo el Art. 8.2.1 menciona:  
“Cualquier equipo eléctrico provisto no debe constituir una fuente de ignición para el vapor inflamable que puede estar presente bajo operación normal o durante un vertimiento.” (NFPA, 2003)



La caja de breaker está ubicada en el laboratorio adjunto, por tal razón se hizo una instalación eléctrica para dos tomas corrientes, un interruptor y dos boquillas, las mismas que mantendrán el lugar claro si se ingresa al área en la noche.

### **Instalación del tanque de almacenamiento de residuos**

Los tanques de almacenamiento al granel que se encuentran ubicados en áreas interiores o exteriores, que contienen líquidos inflamables o combustibles, mínimo, deben mantener una distancia de separación entre ellos de  $1/6$  de la suma del diámetro de los dos tanques adyacentes. (INEN, 2013)

### **Figura 37**

*Tanque de almacenamiento*



El acuerdo ALU del Ministerio del Medio Ambiente en el Artículo D6 de Servicios estipula que: “Debe tener un sitio adecuado para la recolección, tratamiento y eliminación de los residuos de materiales peligrosos y materiales afines”. (Tamayo, 2018)

De tal manera que se instaló un tanque de recolección de lubricantes con una capacidad de 1000 litros, fabricado en polietileno HDPE de alta densidad. Aprobado por

ADR/ONU adecuada para el transporte y almacenamiento seguro de líquidos contaminantes como productos químicos o diesel. El tanque está equipado con una tapa superior que se puede abrir con un diámetro de 200 mm y un palet para ser movido fácilmente con un transpalet o elevador. Debe existir un espacio mínimo de 10 m entre la cerca o muro del medio circundante y las paredes de la bodega.

Además, la parte baja del reservorio tiene malla la cual en el caso que exista un derrame de aceite, este caiga al suelo y sea fácilmente evacuado y limpiado de acuerdo a las especificaciones del producto.

### **Tabla 8**

#### *Características del tanque de almacenamiento*

<b>Características del tanque</b>	
Modelo	FPPK1000
Capacidad	1000 litros
Aprobación	ADR/ONU
Tamaño boquilla	mm. 140
Tamaño tanque	mm. 1000x1200x1180h
Adecuada para	comida y productos químicos
Tipo de paleta	plástico

Es responsabilidad del usuario verificar que los productos destinados a ser almacenados y movidos sean compatibles con el material de construcción de la cisterna.

La implementación del tanque de almacenamiento, servirá exclusivamente para la recolección de residuos, en este caso lubricantes usados de las aeronaves. El acuerdo ALU del Ministerio del Medio Ambiente menciona: “Queda prohibido mezclar aceites lubricantes usados con cualquier otro tipo de residuo o sustancia sólida, líquida o gaseosa”. Se recomienda recolectar en otros recipientes, líquidos hidráulicos, solventes etc. (Tamayo, 2018)

**Figura 38***Área de recolección de aceite - solventes*

Se instaló un almacenamiento para varios tipos de aceites, líquidos hidráulicos; la cual permitirá almacenar temporalmente estos lubricantes. Esta tiene una característica muy importante, consta de una malla en la parte inferior, la misma que si existiera un derrame de aceite, este no se quedaría empozado y así nos permitirá limpiar rápidamente el área, además se señaló alrededor del área una franja de color amarillo y negro que significa que el espacio debe estar libre, y mantener precaución.

Si existiese un derrame en el momento de colocar los lubricantes usados se debe de efectuar rápidamente un control del derrame que implica el encerrar el área de derrame utilizando aserrín, esto evitará que el residuo se dirija a un lugar que pueda provocar un daño. La limpieza y descontaminación se debe hacer consultando la información de los fabricantes del producto, con el fin de mitigar el impacto ambiental. (Tamayo, 2018)

**Etiquetado del tanque de almacenamiento**

Para cumplir con lo antes mencionado se procedió a etiquetar el reservorio de acuerdo a la norma NFPA 704 - National Fire Protection Association; que promueve la protección y prevención contra el fuego. La norma NFPA 704 es el código que explica el diamante del fuego, utilizado para comunicar los peligros de los materiales peligrosos. (Estrucplan, 2009)

**Figura 39**

### Etiquetado del tanque



### Proceso de recolección de aceites usados de las aeronaves

Durante las prácticas de laboratorio en las aeronaves, como el servicio de sistemas de lubricación de motores, sistema hidráulico, sistema de trenes de aterrizaje; se drena cierta cantidad de aceites, los mismos que deberán ser recolectados en bandejas o reservorios pequeños para su posterior almacenamiento.

A continuación, se detalla los procedimientos a realizar:

- Trasladar los aceites usados con mucho cuidado hacia el lugar de almacenamiento, podría surgir algún derramamiento de los mismos.
- Una vez que se encuentre en el área de almacenamiento, pedir la autorización al jefe de laboratorio, quien revisará si los aceites están clasificados según su peligrosidad.
- Para proceder a colocar el aceite usado en el reservorio debe usar el equipo de protección personal como es: guantes, gafas y overol.

- Abrir la tapa de llenado del reservorio y verter el aceite colocando un embudo
- Cerrar la tapa de llenado.

### **Proceso de entrega al gestor de desechos peligrosos**

El acuerdo ALU del Ministerio del Medio Ambiente en el Artículo 8. Menciona que son responsabilidades y obligaciones del almacenador de aceites lubricantes usados, recibir y/o entregar el aceite lubricante usado a transportistas que cuenten con el permiso ambiental respectivo, bajo los mecanismos de control establecidos en la normativa ambiental. (Tamayo, 2018)

Una vez se realice la recolección de aceites usados de las aeronaves, se recomienda que la permanencia de los mismos en el área sea máxima de 12 meses, tal como estipula el acuerdo ALU del Ministerio del Medio Ambiente en el Artículo 9 numeral 4. (Tamayo, 2018)

El ALU del Ministerio del Medio Ambiente en el Artículo 9 numeral 1: Son responsabilidades y obligaciones del almacenista temporal (acopiador) las siguientes:

- Receptar de los usuarios finales pequeños y pequeños generadores los aceites lubricantes usados y entregar el mismo a los gestores de desechos peligrosos de transporte para su posterior tratamiento/eliminación, por gestores que cuenten con el permiso ambiental respectivo. (Tamayo, 2018)

De tal manera que el jefe de laboratorio de la carrera es el encargado de gestionar con la empresa pública o privada (**acopiador**), quien será la encargada de hacer un drenado de los aceites usados que se encuentran en el tanque, mediante la instalación de una cañería en la parte baja del mismo como se observa en la Figura 40.

**Figura 40**

*Válvula de drenaje del reservorio*



Finalizado el procedimiento de drenaje de aceites usados, el acopiador deberá entregar acta de entrega recepción con la información que corresponda, de acuerdo a lo que menciona el artículo 9, numeral 4 del ALU del Ministerio del Medio Ambiente. (Tamayo, 2018)

**Señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad**

El almacenamiento debe contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los materiales, en lugares y formas visibles. (INEN, 2013)

Se colocó señaléticas de riesgo que mencionan la presencia de líquidos inflamables, la prohibición de cualquier objeto que pueda causar chispa, la prohibición de no fumar y la del extintor de seguridad.

Figura 41

Señalamiento - peligros



Estas señales fueron instaladas en las paredes del lugar de almacenamiento de lubricantes, las cuales proporcionaran importante información acerca de las prohibiciones y peligros en el área.

### Instalación del extintor de fuego

Debe proveerse protección de rociadores automáticos que reúnan los requerimientos de NFPA 13, Art. 7.4.6.1 Standard for the Installation of Sprinkler Systems, para ocupaciones de peligro extra (Grupo I) en áreas de edificios que contienen un sistema de transferencia de calor o vaporizador.

Se procedió a instalar un extintor de fuego de Polvo Químico Seco (PQS) el mismo que es diseñado para proteger áreas que contienen riesgos de incendio clase B (líquidos y gases combustibles), clase C (equipos eléctricos energizados).

## Figura 42

### Extintor de fuego



La Norma INEN- 739 - Extintores - Portátiles - Inspección-Mantenimiento - y -Recarga en numeral 4.1.1.2 menciona que: Los extintores de incendio deben inspeccionarse a intervalos que no excedan los 31 días, o deberá ser más frecuente. Se debe mantener los registros de las inspecciones para demostrar que al menos las últimas doce inspecciones mensuales han sido realizadas. (INEN, 2016)

La recarga de los extintores debe recargarse después de cualquier uso o cuando esa necesidad esté indicada por una inspección, o servicio. Y la frecuencia de carga de los mismo debe ser de al menos una vez cada 3 años. (INEN, 2016)

### **Área del extintor de incendios**

La normativa NFPA 10 establece la señalización de extintor:

- Las señales de aviso del extintor deben ser claras y visibles. El objetivo es que una persona a 5 metros de distancia pueda visualizarlo.
- La palabra “extintor” debe ser colocada a una altura máxima de 1,8 m.



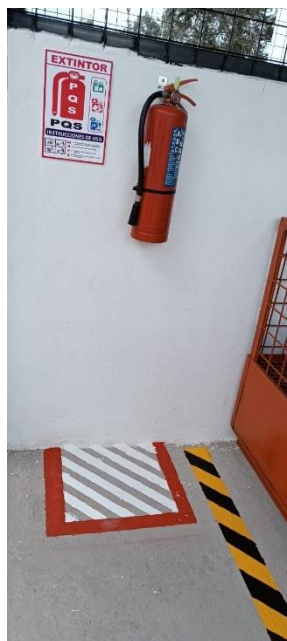
- Si el extintor es colocado en un lugar oscuro, debe tener la debida iluminación con materiales reflectantes o fosforescentes.
- Pintar un área de 70 cm en el inferior de color amarilla para evitar la colocación de otros objetos.
- Deben tener una señalización de color rojo que facilite su ubicación.

*(Señalización de Extintor — Grupo Casa Lima, n.d.)*

De tal manera que se procedió a señalizar el área del extintor, tal como estipula la Norma; esto ayudará a que en el caso que exista un incendio se ubique rápidamente el extintor y de igual manera la señal de espacio libre en el suelo permitirá que no se obstruya el uso del mismo. Esta señal es de color roja con blanca tal como se muestra en la Figura 43.

### **Figura 43**

*Ubicación y señalamiento de área del extintor*



Puede lograrse una mejor colocación de los extintores por medio de un estudio físico del área que va a ser protegida. En general, deberían seleccionarse los lugares que:

- Proveen una distribución uniforme.
- Proveen fácil acceso.

- Estén libres de bloqueo por almacenamiento y equipos, o por ambos.
- Estén cerca de los caminos normales de recorrido.
- Estén cerca de las puertas de entrada y salida.
- Estén libres de un potencial daño físico
- Ser rápidamente visibles. (INEN, 2007)

### Instalación de estantería

En la parte posterior se instaló una estantería la cual servirá para almacenar y organizar los lubricantes nuevos que sean requeridos por los estudiantes para las prácticas de laboratorio. Se dividió por secciones para identificar si son aceites lubricantes, aceites hidráulicos, o solventes.

### Figura 44

*Instalación de la estantería*



Alrededor de la estantería se señaló con una franja de color amarilla y negro que identifica el libre espacio y la precaución del mismo.

El resultado final del proyecto de titulación lo muestra la Figura 45, donde se puede notar un correcto almacenaje y distribución tanto de lubricantes nuevos y usados de acuerdo a las normas INEN 2266, NFPA 704 y RDAC 175.

La universidad cuenta con tres diferentes aeronaves las mismas que para su sistema de lubricación y sistema hidráulico, utilizan aceites como: Turbo Oil 2380, Mil H5606, Skydrol. Todos estos lubricantes forman parte de materiales usados para el servicio de los diferentes sistemas, esta información variara de acuerdo a lo que mencione el ATA 12 de cada aeronave.

### **Figura 45**

*Resultado final*



## Capítulo IV

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

- Se estableció la información adecuada, mediante el uso de normas y reglamentos que permitan el buen manejo, tratado y almacenamiento de lubricantes.
- La implementación del sistema de almacenaje contribuyó a que se normalice el procedimiento del manejo y tratado de lubricantes que se utilizan en las prácticas de laboratorio de la carrera de Mecánica Aeronáutica.
- El área de almacenaje de lubricantes usados aportó significativamente a disminuir los riesgos que pueden existir en la incorrecta manipulación de los mismos.

**Recomendaciones**

- Establecer un programa de mantenimiento preventivo del área de almacenaje de los lubricantes.
- Mantener un control rutinario de los lubricantes que ingresen a la sección de almacenamiento.
- Generar una capacitación al personal, docentes y estudiantes sobre la manipulación y clasificación de los residuos peligrosos.

## Glosario de términos

**Almacenar:** Acto mediante el cual se guarda algún objeto o elemento específico con el fin de poder luego recurrir a él en el caso que sea necesario.

**Corrosión:** Proceso de deterioro de materiales metálicos (incluyendo tantos metales puros, aleaciones), mediante reacciones químicas y electroquímicas por parte de su entorno.

**Explosivos:** Los explosivos contiene moléculas diseñadas para cambiar rápidamente su estado (normalmente sólido) convirtiéndose en un gas muy caliente, para producir un efecto físico repentino y violento.

**Fluido:** Se le denomina fluido a un tipo de medio continuo formado por alguna sustancia entre cuyas partículas solo hay una fuerza de atracción débil.

**Gas:** Agregación de una materia que carece de volumen y de forma propios, algo que le permite diferenciarse de un líquido o de un sólido. El término se utiliza, de forma genérica, para referirse a los gases capaz de generar combustión y que se utilizan en la aviación o la industria.

**Implementar:** Se refiere a la acción de llevar a cabo un plan o una estrategia específica con el objetivo de lograr un resultado deseado.

**Inflamabilidad:** Capacidad de un material para encenderse y arder.

**ISO:** Organización Internacional de Normalización, que reúne a más de 140 organismos nacionales de normalización.

**Lubricación:** Aplicación de una sustancia para minimizar la fricción que se produce cuando distintos elementos entran en contacto.

**Lubricante:** Sustancia especial que se coloca entre dos piezas en contacto, para evitar su degradación o desgaste cuando estas se ponen en movimiento.

**Mercancías peligrosas:** Todo objeto o sustancia que pueda constituir un riesgo para la salud, la seguridad, los bienes o el medio ambiente y que figure en la lista de mercancías peligrosas de las Instrucciones Técnicas o esté clasificado conforme a dichas Instrucciones.

**Mineral:** Un mineral es una sustancia natural que se diferencia del resto por su origen inorgánico, su homogeneidad, composición química preestablecida y que corrientemente ostenta una estructura de cristal.

**NFPA:** National Fire Protection Association

**Peligro:** Condición u objeto que entraña la posibilidad de causar un incidente o accidente de aviación o de contribuir al mismo.

**Punto de ebullición:** Temperatura a la que un líquido cambia de fase a gas.

**SAE:** Índice de clasificación de la viscosidad de la Society of Automotive Engineers de EUA.

**Viscosidad:** Propiedad importante de los líquidos que describe la resistencia del líquido al flujo y está relacionada con la fricción interna en el líquido.

## Bibliografía

- Butterfly Training. (2019). *Las nueve clases de mercancías peligrosas IATA conforme OACI*.  
<https://blog.butterfly-training.net/es/las-nueve-clases-de-mercancias-peligrosas/>
- Continental Aircraft Engine. (1999). *dokumen.tips\_continental-o-470-a-be-j-overhaul-maintenance-manual*.
- DGAC. (n.d.). *Dirección General de Aviación Civil | Ecuador - Guía Oficial de Trámites y Servicios*.  
Retrieved February 20, 2023, from <https://www.gob.ec/dgac>
- DGAC. (2015). *DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL REGULACIONES TÉCNICAS RDAC PARTE 175 TRANSPORTE SIN RIESGO DE MERCANCIAS PELIGROSAS VIA AEREA*.
- DGAC. (2020). *DIRECCIÓN GENERAL DE AVIACIÓN CIVIL REGULACIONES TÉCNICAS RDAC 147 Centros de Instrucción de Aeronáutica Civil para formación de Mecánicos de Mantenimiento de Aeronaves*.
- DSV. (2020). *Mercancía Peligrosa Clase 3: líquidos inflamables | DSV*. <https://www.dsv.com/es-es/ayuda/faq/transporte-de-mercancias-peligrosas/9-clases-de-mercancias-peligrosas/clase-3-liquidos-inflamables>
- EDGM. (n.d.). *Adecuación de mercancía - Las 9 Clases de Mercancías Peligrosas | DGM*. Retrieved February 20, 2023, from <https://dgm.es/clases-de-mercancias-peligrosas>
- Enríquez Francisco. (2013). *Propuesta de un plan de gestión sobre la adecuada manipulación de los residuos contaminantes producidos en los talleres automotrices de la ciudad de Azogues*.
- Estrucplan. (2009). *Almacenamiento Seguro: Productos Químicos – Estrucplan*.  
<https://estrucplan.com.ar/almacenamiento-seguro-productos-quimicos/>
- Federal Aviation Administration. (2011). *AC 20-24C Approval of Propulsion Fuels and Lubricating Oils*.
- Flores P. C. (2001). *upme\_211\_transformacion de aceites usados 2*.



Goconqr. (n.d.). *Lubricantes y refrigerantes utilizados en el mantenimiento industrial.* | *Mapa Mental.*

Retrieved February 21, 2023, from <https://www.goconqr.com/mindmap/20050934/lubricantes-y-refrigerantes-utilizados-en-el-mantenimiento-industrial-equivalentes>

Hernández, L., Romero, L., & Salazar, O. (2008). *Guía para el Manejo, Almacenamiento y Disposición Final de Residuos Peligrosos en los Aeropuertos de México.*

ICAO. (2017). *VIGESIMOSEXTA REUNIÓN DEL GRUPO DE EXPERTOS SOBRE MERCANCÍAS PELIGROSAS (DGP) (2017) CARTA DE ENVÍO.*

INEN. (2007). *Norma-NFPA-10-2007 Extintores.*

INEN. (2013). *NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 2266:2013 Segunda revisión TRANSPORTE, ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES PELIGROSOS. REQUISITOS Primera edición TRANSPORT STORAGE AND HANDLING OF HAZARDOUS MATERIALS. REQUIREMENTS First edition.*

INEN. (2016). *NTE INEN 739 Extintores - Portátiles - Inspección-Mantenimiento - y -Recarga.*

IPN. (n.d.). *ALMACENAMIENTO DE RESIDUOS QUIMICOS PELIGROSOS (RQP).*

Leal de Rivas, B. (2014). *UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA DEPARTAMENTO DE PROYECTOS DE INGENIERÍA TESIS DOCTORAL.*

Lux Miguel. (2010). *MANTENIMIENTO PREDICTIVO PARA MOTORES ALTERNATIVOS DE AERONAVES BASADO EN EL ANALISIS DE ACEITE USADO.*

MINAMBIENTE. (n.d.). *Aceites Lubricantes Usados de origen automotor e industrial.*

NFPA. (2003). *NFPA 30. Código de Líquidos inflamables y Combustibles.*

*Norma ASTM 4378 by huscarle5060 - Issuu.* (n.d.). Retrieved February 14, 2023, from [https://issuu.com/huscarle5060/docs/act\\_1-2\\_luis\\_enrique\\_prieto\\_nolaso](https://issuu.com/huscarle5060/docs/act_1-2_luis_enrique_prieto_nolaso)

Ortiz Delgado, J. O. (2018). *PLAN DE MANEJO DE ACEITES LUBRICANTES DESECHOS GENERADOS POR LOS AVIONES Y VEHÍCULOS EN LA BASE AÉREA COTOPAXI DE LA FUERZA AÉREA ECUATORIANA.*

Proaño, C., Pila, R., Cabezas, E., Proaño, N., Villavicencio, V., De, A., García, P., Meythaler, E.,

Oñate, J., Carlos Sánchez, J., Beltrán, M., Bravo, F., & Jiménez, D. (2022). *La Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE Sede Latacunga a través de la historia*.

<http://repositorio.espe.edu.ec/jspui/handle/21000/30283>

*Señalización de Extintor* — Grupo Casa Lima. (n.d.). Retrieved February 20, 2023, from

<https://grupocasalima.com/blog/senalitica/senalizacion-de-extintor/>

Tamayo, T. G. (2018). *ACUERDO-ALU-Reformado-03-05-18 - MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE*.

Totten, G. E., Batchelor, A. W., Liang, H., Lim, C. Y. H., Scharf, T. W., van der Heide, E., Nolan, A.,

Lampman, S., Haws, W., Kubel, E., Lampman, H., Ryan, L., Leyda, J. H., Marquard, E., &

Sanders, B. (2017). *ASM Handbook W Volume 18 Friction, Lubrication, and Wear Technology Volume Editor Division Editors ASM International Staff Editorial Assistance*. 18.

[www.asminternational.org](http://www.asminternational.org)

Vargas, Y. (n.d.). *ACEITES LUBRICANTES ¿QUÉ SON Y PARA QUE SIRVEN*. Retrieved February 14, 2023, from

[https://www.academia.edu/31537154/ACEITES\\_LUBRICANTES\\_QU%C3%89\\_SON\\_Y\\_PARA\\_QUÉ\\_SIRVEN](https://www.academia.edu/31537154/ACEITES_LUBRICANTES_QU%C3%89_SON_Y_PARA_QUÉ_SIRVEN)

## **Anexos**