



**Preservación de los sistemas de combustible y lubricación del motor TB3-117 BM del helicóptero MI-171/M171 de acuerdo, al manual del mantenimiento técnico ATA 72-00- 00 perteneciente al Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército CEMAE 15 BAE**

**Paquisha**

Hinojosa Muguicha, Jhonatan Israel

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. Muñoz Grandes, Milton Stalin

06 de febrero o del 2024

Latacunga



# Plagiarism and AI Content Detection Report

## CAPITULO 2 y 3 coregido.docx

### Scan details

Scan time: February 6th, 2024 at 16:6 UTC      Total Pages: 45      Total Words: 11117

### Plagiarism Detection



Types of plagiarism		Words
Identical	1.6%	176
Minor Changes	0.1%	14
Paraphrased	2.7%	305
Omitted Words	0%	0

### AI Content Detection



Text coverage		Words
AI text	0%	0
Human text	100%	11117

[Learn more](#)

### 🔍 Plagiarism Results: (7)

**Test termodinamica 3 2** 1.8%  
<https://www.daypo.com/termodinamica-3-2.html>  
 Cuestiones INICIO CREAR TEST COMENTARIOS ESTADÍSTICAS RÉCORDS Otros tests del A...

**AERODINAMICA - PDFCOFFEE.COM** 1.7%  
<https://pdfcoffee.com/aerodinamica-34-pdf-free.html>  
 Guest  
 Email: [email protected] Login Register English Deutsch Español Français Português Hom...

**Sitema Electrico - PDFCOFFEE.COM** 0.6%  
<https://pdfcoffee.com/sitema-electrico-pdf-free.html>  
 Guest  
 Email: [email protected] Login Register English Deutsch Español Français Português Hom...

**Sitema Electrico - PDFCOFFEE.COM** 0.6%  
<https://pdfcoffee.com/sitema-electrico-pdf-free.html>  
 Guest  
 Email: [email protected] Login Register English Deutsch Español Français Português Hom...



About this report  
[help.copyleaks.com](https://help.copyleaks.com)





**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

**Certificación**

Certifico que la monografía: "Preservación de los sistemas de combustible y lubricación del motor TB3-117 BM del helicóptero MI-171/M171 de acuerdo, al manual del mantenimiento técnico ATA 72-00- 00 perteneciente al Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército CEMAE 15 BAE" fue realizado por el señor **Hinojosa Muguicha, Jhonatan Israel** ; 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, 05 de febrero de 2024**

Firma:

Ing. Muñoz Grandes, Milton Stalin

C. C: 0502445547



Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica

**Responsabilidad de Autoría**

Yo, **Hinojosa Muguicha, Jhonatan Israel**, con cédula de ciudadanía N° 0202494431, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Preservación de los sistemas de combustible y lubricación del motor TB3-117 BM del helicóptero MI-171/M171 de acuerdo, al manual del mantenimiento técnico ATA 72-00- 00 perteneciente al Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército CEMAE 15 BAE** 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, 05 de febrero de 2024

Firma

Hinojosa Muguicha, Jhonatan Israel

C. C: 0202494431



**Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica**

**Carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica**

**Autorización de Publicación**

Yo **Hinojosa Muguicha, Jhonatan Israel**, con cédula de ciudadanía N° 0202494431, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Título: Preservación de los sistemas de combustible y lubricación del motor TB3-117 BM del helicóptero MI-171/M171 de acuerdo, al manual del mantenimiento técnico ATA 72-00- 00 perteneciente al Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército CEMAE 15 BAE** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

**Latacunga, 05 de febrero de 2024**

Firma

Hinojosa Muguicha, Jhonatan Israel

C. C: 0202494431

### **Dedicatoria**

Dedico este artículo con profundo amor y gratitud a mi Dios Jehová, de mi amado padre que ahora está descansado en paz y de mi amada familia. Gracias Dios Todopoderoso, has sido mi guía y fortaleza durante todo este proceso, te agradezco por tu inmenso amor y por iluminar mi camino en cada paso que doy, y en los momentos de incertidumbre, has sido Tú eres mi roca, en ti encuentro consuelo y esperanza. Gracias por el don del conocimiento y por darme la sabiduría para realizar esta tarea. Te dedico mi tesis, reconociendo que, sin tu gracia y guía, nada de esto sería posible. A mis queridos padres que me inspiraron y dejaron una huella imborrable en mi vida, espero honrarlos con este logro y aunque ya no estén con nosotros, su legado sigue vivo. De corazón, gracias por su amor incondicional, por el Sabiduría que has transmitido de generación en generación, por ser un ejemplo de integridad y perseverancia, te dedico este trabajo, gracias por todo lo que me has enseñado, gracias por todo lo que siempre me has dado. A mis queridos tíos que me inspiraron y dejaron una huella imborrable en mi vida, espero honrarlos con este logro y aunque ya no estén con nosotros, su legado sigue vivo. De corazón, gracias por su amor incondicional, por el Sabiduría que has transmitido de generación en generación, por ser un ejemplo de integridad y perseverancia, te dedico este trabajo, gracias por todo lo que me has enseñado, gracias por todo lo que siempre me has dado.

Con gratitud y agradecimiento sincero.

**Hinojosa Muguicha, Jhonatan Israel**

### **Agradecimiento**

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios, quien ha sido mi guía y me ha llevado de la mano para alcanzar una meta más en la búsqueda de mis sueños. Le agradezco por su sabiduría, valentía y coraje, los cuales me han dado fuerzas para seguir adelante a pesar de las adversidades. También le agradezco por cuidar de mi salud y por velar por todas las personas maravillosas que me han apoyado en esta etapa. Agradezco de manera especial a mi madre, quien me ha brindado su cariño, apoyo y paciencia en cada momento en que lo he necesitado. Ella siempre me ha impulsado a salir adelante y me ha inculcado valores importantes en mi vida. A mi padre, agradezco la confianza inmensa que ha depositado en mí, así como su cariño y sabiduría. Él me ha enseñado a soñar y a luchar por mis sueños. No puedo dejar de agradecer a Mari Amangandi, quien ha sido un gran apoyo en todo este proceso. Le agradezco su paciencia y comprensión en los momentos difíciles, su impulso y apoyo para perseguir mis sueños, y, sobre todo, su cariño incondicional. Agradezco también a los docentes, compañeros y amigos, quienes han compartido conocimientos, vivido experiencias y brindado enseñanzas a lo largo de esta etapa de mi vida. Finalmente, quiero agradecer a la Universidad de las fuerzas armadas ESPE sede Latacunga, a la carrera de Tecnología Superior en Mecánica Aeronáutica por brindarme la oportunidad de realizar este logro académico y profesional en mi vida.

**Hinojosa Muguicha, Jhonatan Israel**

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

Carátula .....	1
Reporte de verificación de contenidos.....	2
Certificación .....	3
Responsabilidad de autoría .....	4
Autorización de publicación .....	5
Dedicatoria .....	6
Agradecimiento.....	7
Índice de contenidos .....	8
Índice de figuras .....	13
Índice de tablas .....	17
Resumen.....	18
Abstract .....	19
Capítulo I: Planteamiento del problema de investigación.....	20
Antecedentes.....	20
Planteamiento del problema.....	21
Justificación e Importancia .....	22
Objetivos.....	22
<i>Objetivo general</i> .....	22
<i>Objetivos específicos</i> .....	22
Alcance .....	23
Capítulo II: Marco teórico .....	24



<b>CEMAE 15 BAE PAQUISHA .....</b>	<b>24</b>
<b>Brigada de Aviación del Ejército N.-15 “Paquisha” .....</b>	<b>24</b>
<b>Que hace la brigada de aviación 15 BAE Paquisha .....</b>	<b>25</b>
<b>Historia del helicóptero MI-171/M171 .....</b>	<b>26</b>
<b>Sistemas principales del helicóptero MI-17.....</b>	<b>29</b>
<b><i>Sistema de controles de vuelo .....</i></b>	<b>29</b>
<b><i>Componentes.....</i></b>	<b>30</b>
<b><i>Funcionamiento .....</i></b>	<b>30</b>
<b>Sistema de trenes de aterrizaje .....</b>	<b>31</b>
<b><i>Tren principal .....</i></b>	<b>33</b>
<b><i>Patín de cola.....</i></b>	<b>34</b>
<b>Sistema hidráulico.....</b>	<b>35</b>
<b><i>Block hidráulico .....</i></b>	<b>37</b>
<b><i>Tanque del sistema hidráulico:.....</i></b>	<b>37</b>
<b><i>Bomba hidráulica nsh-39m .....</i></b>	<b>38</b>
<b><i>Filtro Grueso O Primario Mf (8d2-966- 017-2).....</i></b>	<b>38</b>
<b><i>Acumulador hidráulico .....</i></b>	<b>39</b>
<b><i>Indicador dim-100 .....</i></b>	<b>40</b>
<b><i>Servomandos hidráulicos: .....</i></b>	<b>40</b>
<b><i>Cañerías del sistema hidráulico .....</i></b>	<b>41</b>
<b>Funcionamiento del sistema hidráulico.....</b>	<b>42</b>

<i>Mando &amp; control del sistema hidráulico</i> .....	42
<b>Sistema eléctrico</b> .....	43
<i>Sistema Primario</i> .....	45
<i>Sistema secundario</i> .....	47
<i>Sistema de alimentación desde plantas externas</i> .....	48
<i>Funcionamiento del sistema eléctrico</i> .....	49
<b>Motor TB3-117</b> .....	50
<i>Sujeción delantera</i> .....	52
<i>Sujeción esférica trasera</i> .....	52
<b>Características del motor tb3-117vm</b> .....	53
<i>Sistema de combustible</i> .....	53
<i>Sistema de lubricación y ventilación</i> .....	54
<i>Sistema de sangrado de aire</i> .....	54
<i>Sistema de arranque</i> .....	54
<i>Principio de funcionamiento del motor TV3-117</i> .....	55
<b>Sistema de combustible del motor</b> .....	57
<i>Componentes del sistema de combustible</i> .....	58
<i>Sistema de baja presión</i> .....	59
<i>Sistema de drenaje</i> .....	60
<i>Sistema de alta presión</i> .....	61
<i>Componentes del sistema de alta presión</i> .....	62

<i>Bomba-reguladora (FCU) NR-3VM</i> .....	62
<i>Funcionamiento del sistema de combustible del motor TB3-117</i> .....	64
Sistema de lubricación del motor .....	64
<i>Componentes del sistema de lubricación del motor TB3-177V</i> .....	65
<i>Funcionamiento del sistema de lubricación del motor TB3-177V</i> .....	66
<i>Aceite del motor del sistema de lubricación</i> .....	68
<i>Características del aceite del motor</i> .....	68
<i>Preservación de motores en aviación</i> .....	69
<i>Finalidad de la preservación del motor TB3-117</i> .....	69
Restauración del dispositivo PBM-1 .....	70
<i>Mantenimiento del dispositivo PBM-1</i> .....	70
<i>Proceso de lijado del dispositivo PBM-1</i> .....	70
<i>Restauración del dispositivo PBM-1</i> .....	71
<i>Proceso de pintura del dispositivo</i> .....	71
<i>Proceso de armado del dispositivo</i> .....	71
Fluidos para conservar el motor .....	71
Tiempos de conservación de los motores.....	72
Diferencias entre aceite de lubricación y aceite de preservación .....	73
Capítulo III: Desarrollo del tema.....	75
Preservación del sistema de combustible del motor TB3 -117 .....	75
Preservación del Motor TB3 .....	75

<b>Preparación del área de trabajo .....</b>	<b>76</b>
<b>Remoción del filtro de combustible .....</b>	<b>78</b>
<b>Cierre de la válvula del paso de combustible del Motor TB3 .....</b>	<b>79</b>
<b>Conexión de las cañerías de preservación de racores.....</b>	<b>80</b>
<b>Arranques falsos del motor tb3 de acuerdo a la carta tecnológica N° 503 .....</b>	<b>82</b>
<b>Abastecimiento de aceite de almacenamiento Royco 481 .....</b>	<b>84</b>
<b>Preservación del motor TB3 almacenado en taller .....</b>	<b>86</b>
<b>Preservación del sistema de lubricación del motor TB3 -117.....</b>	<b>91</b>
<b>Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>98</b>
<b>Conclusiones.....</b>	<b>98</b>
<b>Recomendaciones.....</b>	<b>99</b>
<b>Glosario .....</b>	<b>100</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>101</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>103</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Escudo de la brigada.....	25
<b>Figura 2</b> Presentación del 15 BAE Paquisha.....	26
<b>Figura 3</b> Dimensiones del helicóptero MI-17 .....	29
<b>Figura 4</b> Controles de vuelo del helicóptero M.I.....	31
<b>Figura 5</b> Sistema de trenes de aterrizaje del helicóptero M.I. ....	31
<b>Figura 6</b> Componentes del tren de aterrizaje.....	32
<b>Figura 7</b> Componentes del tren de nariz.....	33
<b>Figura 8</b> Componentes del tren principal .....	34
<b>Figura 9</b> Tren tipo patín de cola.....	35
<b>Figura 10</b> Controles del sistema hidráulico.....	35
<b>Figura 11</b> Componentes del sistema hidráulico.....	36
<b>Figura 12</b> Tanque del sistema hidráulico.....	37
<b>Figura 13</b> Bomba hidráulica NSH-39M.....	38
<b>Figura 14</b> Filtro primario MF (8d2-966- 017-2).....	39
<b>Figura 15</b> Acumulador hidráulico.....	40
<b>Figura 16</b> Servomandos Hidráulicos.....	41
<b>Figura 17</b> Cañerías .....	41
<b>Figura 18</b> Mandos del sistema hidráulico .....	43
<b>Figura 19</b> Componentes del Sistema eléctrico .....	44
<b>Figura 20</b> Diagrama eléctrico del sistema primario.....	46
<b>Figura 21</b> Esquema eléctrico del sistema primario del helicóptero .....	47

<b>Figura 22</b> <i>Esquema de distribución del sistema secundario</i> .....	48
<b>Figura 23</b> <i>Motor TB3</i> .....	50
<b>Figura 24</b> <i>Ejes de sujeción del motor</i> .....	51
<b>Figura 25</b> <i>Ejes de sujeción delantero del motor</i> .....	52
<b>Figura 26</b> <i>Sujeción esférica trasera</i> .....	53
<b>Figura 27</b> <i>Componentes principales del motor TB3-117</i> .....	54
<b>Figura 28</b> <i>Partes principales del motor TB3-117</i> .....	55
<b>Figura 29</b> <i>Tiempos del motor</i> .....	56
<b>Figura 30</b> <i>Sistema de combustible</i> .....	57
<b>Figura 31</b> <i>Sistema de baja presión</i> .....	59
<b>Figura 32</b> <i>Esquema del sistema de drenaje</i> .....	60
<b>Figura 33</b> <i>Esquema del sistema de alta presión</i> .....	61
<b>Figura 34</b> <i>Bomba reguladora FCU NR-3VM</i> .....	63
<b>Figura 35</b> <i>Diagrama del sistema de lubricación</i> .....	66
<b>Figura 36</b> <i>Sistema de lubricación</i> .....	67
<b>Figura 37</b> <i>Marcas de aceites mencionadas por la casa fabricante</i> .....	68
<b>Figura 38</b> <i>Aceite de preservación</i> .....	71
<b>Figura 39</b> <i>Inspección del motor TB3</i> .....	76
<b>Figura 40</b> <i>Recipiente para vaciar el combustible</i> .....	77
<b>Figura 41</b> <i>Herramientas utilizadas para preservar el sistema de combustible</i> .....	77
<b>Figura 41</b> <i>Filtro del sistema del combustible. Instalado en el motor</i> .....	78

<b>Figura 43</b> <i>Lavado de filtros de combustible</i> .....	79
<b>Figura 44</b> <i>Procedimiento de corte de combustible desde la válvula de paso</i> .....	80
<b>Figura 45</b> <i>Racores para del drenaje de combustible</i> .....	80
<b>Figura 46</b> <i>Cañería de preservar racores del motor de la conexión punto 1 y 2</i> .....	81
<b>Figura 47</b> <i>Conexión de la manguera de racores del punto 1 al 2</i> .....	81
<b>Figura 48</b> <i>Aceite de almacenamiento requerido por el fabricante</i> .....	82
<b>Figura 49</b> <i>Manómetro instalado en el dispositivo PBM-1</i> .....	83
<b>Figura 50</b> <i>Panel de control</i> .....	84
<b>Figura 51</b> <i>Colocación de la manguera para preservar</i> .....	85
<b>Figura 52</b> <i>Frenado de la válvula de corte</i> .....	85
<b>Figura 53</b> <i>Verificación de fugas de aceite del tapón</i> .....	86
<b>Figura 54</b> <i>Motor desmontado del helicóptero M.I</i> .....	87
<b>Figura 55</b> <i>Desmontaje del motor TB3 del helicóptero M.I-117</i> .....	88
<b>Figura 56</b> <i>Punto del drenaje del FCU</i> .....	89
<b>Figura 57</b> <i>Manguera de preservar racores</i> .....	90
<b>Figura 58</b> <i>Conexión de la manguera de racores punta A al punto B</i> .....	90
<b>Figura 59</b> <i>Conexión de la entrada del control de combustible</i> .....	91
<b>Figura 60</b> <i>Marcas de aceites nombradas por el fabricante del motor TB3</i> .....	92
<b>Figura 61</b> <i>Motor TB3 instalado en el helicóptero MI.117</i> .....	93
<b>Figura 62</b> <i>Puntos de drenaje de aceite del radiador</i> .....	94
<b>Figura 63</b> <i>Recipiente del aceite utilizado</i> .....	94

<b>Figura 64</b> <i>Lavado de filtros de aceite del motor</i> .....	95
<b>Figura 65</b> <i>Tapa del almacenamiento del aceite del motor</i> .....	95
<b>Figura 66</b> <i>Colocación del aceite en el motor Mobil Jet Oil 254</i> .....	96
<b>Figura 67</b> <i>Panel de instrumentos para el arranque del motor</i> .....	97



**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b>	<i>Características del helicóptero MI-17</i> .....	28
<b>Tabla 2</b>	<i>Contenido de la distribución de los sistemas eléctricos de la aeronave</i> .....	45
<b>Tabla 3</b>	<i>Características del Motor TB3</i> .....	50
<b>Tabla 4</b>	<i>Diferencias entre el aceite de lubricación vs aceite de preservación</i> .....	73

## Resumen

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo la preservación del Motor TB3 -171 del helicóptero M.I con su respectiva información técnica especificada en la Technological letter (Carta tecnológica) 202 aplicable para todo los propietarios y operadores de motores de aviación M.I. Puesto que el centro de mantenimiento posee motores con estas características en sus instalaciones y es necesario realizar las tareas de preservación. El proyecto se desarrolló de acuerdo con el detalle que se redacta a continuación; El capítulo 1, está focalizado en la necesidad de preservar los motores descritos en el texto, debido que para la realización el presente proyecto se deben analizar el problema, la necesidad que tiene el centro de mantenimiento y de ahí justificar la presentación del trabajo. El capítulo 2 describe una investigación sobre los datos técnicos de la preservación, data sheet de los motores y todos sus sistemas de operación del helicóptero. A su vez una breve explicación de la restauración del dispositivo PBM1. El capítulo 3 detalla sobre los procedimientos de inspección, limpieza y preservación. Empleando de una manera correcta el uso de las herramientas y dispositivos, aceites perseverantes y así conservar los motores por un tiempo prolongado. Por último, en el capítulo 4 están las recomendaciones y conclusiones que se obtuvo una vez culminado el proyecto.

*Palabras clave:* Motor TB3-117 BM, helicóptero MI-171/M171, sistema de combustible.

### **Abstract**

The objective of this degree project is the preservation of the TB3 -171 engine of the M.I. helicopter with its respective technical information specified in the Technological letter 202 applicable to all owners and operators of M.I. aviation engines, since the maintenance center has engines with these characteristics in its facilities and it is necessary to carry out the preservation tasks. The project was developed according to the following details; Chapter 1, is focused on the need to preserve the engines described in the text, due to the fact that for the realization of the present project the problem must be analyzed, the need that the maintenance center has and from there justify the presentation of the work. Chapter 2 describes an investigation on the technical data of the preservation, data sheet of the engines and all its operating systems of the helicopter. In turn a brief explanation of the restoration of the PBM1 device. Chapter 3 details the inspection, cleaning and preservation procedures. Using in a correct way the use of tools and devices, persistent oils and thus preserve the engines for a long time. Finally, in chapter 4 are the recommendations and conclusions that were obtained once the project was completed.

*Key words:* TB3-117 BM engine, MI-171/M171 helicopter, fuel system.

## Capítulo I

### Planteamiento del problema de investigación

#### Antecedentes

La brigada de aviación del ejército, N-15 "Paquisha", está localizada en la provincia de Pichincha en el sector de las Balvinas, y cuenta con un taller especializado en el mantenimiento de los motores de las diferentes aeronaves.

El helicóptero MI es un helicóptero de fabricación rusa, cuenta con dos motores TB3-117 BM con capacidad de portar cohetes y misiles es un helicóptero de transporte diseñado en la fábrica de helicópteros MIL de Moscú diseñado como un derivado del Mil Mi-8 de Rusia, uno de los modelos más populares en el mundo por su comparativo bajo costo y alta capacidad de carga útil.

La preservación de los motores consiste básicamente la protección del sistema de combustible y de lubricación del motor contra la corrosión durante el tiempo de almacenamiento del mismo, ya que el motivo de las cuales se realizará el almacenamiento del motor tb3-117 es por causa de que los engranajes de las palas del helicóptero cumplieron sus horas de vuelo y se procede a realizar un mantenimiento preventiva establecido por el manual de mantenimiento técnico.

## **Planteamiento del problema**

La brigada de aviación del ejército N°-15 cuenta con un taller especializado para las tareas de mantenimiento de los motores de las diferentes aeronaves que tiene a su disposición el ejército. Debido a que el motor permanecerá inactivo y en almacenamiento durante el mantenimiento de los engranajes de las palas del rotor principal del helicóptero M.I-117, utilizando el aceite de preservación N/P K-17 de acuerdo al ATA 072.00.00.

Este tipo de aceite generalmente tiene propiedades anticorrosivas y antioxidantes, puede formar una película protectora sobre las superficies metálicas para evitar la formación de óxido protegiendo al motor que será almacenado de acuerdo al tiempo que vaya a estar inactiva el motor.

El helicóptero Mi-171 cuenta con dos motores TB3-117. Y el objetivo principal es la preservación del sistema de combustible y la lubricación del motor que posee el helicóptero, el equipo de preservación que realiza la preservación del motor conforme a los procedimientos que el manual de mantenimiento de la aeronave lo prescribe. Se permite preservar el sistema de combustible del motor instalado o no en el helicóptero, con la ayuda del equipo PBM-1 conforme al manual de mantenimiento ATA72-00-00.

## **Justificación e Importancia**

El preservado del motor TB3- 117 BM, beneficiará a la brigada de aviación del ejército N°-15 de manera directa a los motores de los helicópteros MI-171, LAMA, SUPER, PUMA y GAZELE, de igual manera al taller de mantenimiento y a los técnicos de mantenimiento aeronáutico de la brigada de aviación; los cuales desarrollan sus labores, en este caso la tarea de preservación en la cual se utilizara el equipo PBM-1 y se comprobara si cumple con los términos y limites que se encuentran en el manual de mantenimiento del helicóptero M.I-117.

Para esta tarea de mantenimiento se utilizará el dispositivo PBM -1; es la herramienta muy importante y utilizada para el preservado del motor que son el sistema de combustible y el sistema de lubricación, ya que el motor estará inactivo y almacenado durante un lapso de tiempo considerable según el manual de mantenimiento según otorga el ATA 072-00-00, 073-00-00.

## **Objetivos**

### ***Objetivo general***

“Realizar la preservación del sistema de combustible y lubricación del motor TB3-117 BM del helicóptero mi-171/M171 de acuerdo al manual del mantenimiento técnico ATA 72-00-00, perteneciente centro de mantenimiento de la aviación del ejército CEMAE 15 BAE-PAQUISHA.”

### ***Objetivos específicos***

- Recopilar información técnica necesaria en el manual de empleo y mantenimiento técnico para realizar la preservación del motor TB3-117BM del helicóptero MI-171.
- **Mejoramiento** de la **herramienta PBM-1** con la cual se **realizará la preservación** del motor TB3-117, del sistema de combustible y del sistema de lubricación.
- Ejecutar la preservación del sistema de combustible del motor de acuerdo al ATA 73-00-00.

- Cumplir la preservación del sistema de lubricación del motor de acuerdo al ATA 72-00-00.
- Almacenar el motor TB3-117 BM durante el periodo de 2 meses de acuerdo al mantenimiento que se va a realizar en el helicóptero.

**Alcance**

El actual proyecto tiene como objetivo la preservación del motor TB3 del helicóptero M.I-117 y se va a realizar en la brigada de mantenimiento 15 BAE- PAQUISHA, de acuerdo que se presentó la necesidad que el equipo PMB-1 se encuentra averiado y se realizara una reparación y mejoramiento del mismo para así cumplir con la preservación del motor, teniendo en cuenta que las aeronaves ingresan a un hoverhould y los motores serán almacenados durante 5 meses, de las cuales se ejecutara cuidadosamente los pasos reescritos de acuerdo al manual de mantenimiento.

## Capítulo II

### Marco teórico

#### **CEMAE 15 BAE PAQUISHA**

El Centro de Mantenimiento Aéreo Ecuatoriano 15 BAE PAQUISHA fue establecido en 1984 mediante la Orden de Comando No 007-SGE-VI-84, firmada por el Sr. Gral. Del Ejército Gribaldo Miño. Esta orden tenía como objetivo que la aviación del ejército fuera considerada operativamente como una organización equivalente abrigada, con un aumento en sus capacidades para asalto aéreo y ataque (Ecuatoriano Ejercito, 2019).

En la misma orden, se dispuso un cambio en la fecha de celebración del Día Clásico de la aviación del ejército, trasladándola del 4 de diciembre al 22 de enero. Esta modificación se realizó en reconocimiento a las acciones de extraordinario valor llevadas a cabo por la aviación del ejército en esta fecha, marcando el inicio de sus acciones en un conflicto significativo (Ecuatoriano Ejercito, 2019).

El 1 de julio de 1987, se le reconoce como una Unidad Operativa y se le asigna el nombre de BRIGADA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO No 15, según consta en el Organigrama desde 1992 hasta 1997, bajo el título de "AMAZONAS" (Ecuatoriano Ejercito, 2019).

#### **Brigada de Aviación del Ejército N.-15 “Paquisha”**

“Volando sobre un Ejército vencedor” través del oficio número FT-ESAE-I11AA-2020-6455-O emitido el 14 de Octubre de 2020, se pidió a la 15 B.A.E "PAQUISHA" la designación de la unidad destacada de la Aviación del Ejército. Esta información será proporcionada como complemento al documento actual en cuanto esté disponible (Ecuatoriano Ejercito, 2019).



## Figura 1

*Escudo de la brigada*



*Nota.* Escudo de la brigada del 15 BAE PAQUISHA. Tomado del comando militar 2021

### **Que hace la brigada de aviación 15 BAE Paquisha**

El centro de mantenimiento, desempeñan un papel crucial en la preservación, reparación y optimización de los activos. En el caso de un centro de mantenimiento de aeronaves, como el CEMAE, se llevan a cabo una serie de actividades específicas:

**Inspección y Mantenimiento Preventivo:** Realizan inspecciones regulares y programadas para identificar problemas potenciales y prevenir fallas antes de que ocurran. Esto implica el reemplazo de piezas desgastadas, ajustes, lubricación, etc. **Reparaciones y Modificaciones:** Llevan a cabo reparaciones necesarias tras accidentes, desgaste normal o problemas detectados durante las inspecciones. También realizan modificaciones en las aeronaves para mejorar su rendimiento, actualización de sistemas, etc.

**Mantenimiento Correctivo:** Solucionan problemas o fallas que surgen durante la operación de la aeronave. **Pruebas y Certificaciones:** Verifican y prueban la aeronave después del mantenimiento para asegurarse de que esté en condiciones óptimas de funcionamiento y cumpla con los estándares de seguridad. **Documentación y Registro:** Llevan un registro detallado de todas las actividades de mantenimiento, inspecciones, reparaciones y modificaciones realizadas en cada aeronave. **Gestión de componentes y Suministros:**

Gestionan el inventario de piezas de repuesto, herramientas y suministros necesarios para realizar el mantenimiento de manera efectiva.

Capacitación y Desarrollo: Proporcionan capacitación continua al personal para mantenerse actualizado con las tecnologías y procedimientos más recientes. Cumplimiento

Normativo y Regulatorio: Aseguran que todas las actividades estén en conformidad con las regulaciones y estándares de seguridad de la industria aeronáutica.

En resumen, un centro de mantenimiento de aeronaves como el CEMAE se enfoca en mantener las aeronaves en condiciones seguras y operativas, maximizando su vida útil y rendimiento a través de un mantenimiento efectivo y regular.

## Figura 2

*Presentación del 15 BAE Paquisha*



*Nota.* Presentación del 15 BAE PAQUISHA. Tomado (Ecuatoriano Ejército, 2019)

## Historia del helicóptero MI-171/M171

Los helicópteros MI-171 llegaron al Ecuador a finales de los años 90 equipados con dos grandes motores TB3 117 BM que ayudan a la sustentación de dicha aeronave, estos helicópteros, identificados como aeronaves bimotores de largo alcance destinados al transporte de tropas militares, carga y entrenamiento de pilotos, son concebidos por la

compañía, RUSA MIL ubicada en Moscú siendo uno de los modelos más populares en el mundo por su bajo costo y gran capacidad de carga (Mantenimiento, n.d.).

El diseño del helicóptero Mi-17-1B sigue un esquema de fuselaje monocasco con un rotor principal de cinco palas y un rotor de cola de tres palas, este helicóptero está equipado con dos motores de turbina TB3-117, cada uno con una potencia de despegue de 2,250 HP, ubicados a la izquierda y derecha respectivamente, esta configuración permite a la aeronave realizar aterrizajes en áreas críticas, especialmente en contextos militares, función principal se centra en la entrega de carga y suministros a ubicaciones inaccesibles por vía terrestre (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

El helicóptero MI-17 1B, de origen ruso, fue manufacturado en 1989 bajo la supervisión del ingeniero aeronáutico MIKJAIL MILL, este helicóptero está especialmente diseñado para la versión de transporte y cuenta con dos motores TB3-117BM, cada uno con una potencia de 2250 HP, equipados con un sistema de protección contra polvo, en el Ecuador son utilizados en el ámbito militar para realizar actividades de las mismas de la brigada abastecimiento transporte personal (Mantenimiento, n.d.).

El helicóptero MI-171, también conocido como M171, es una aeronave de transporte militar fabricada por la empresa rusa Mil Moscow Helicopter Plant. Es una versión mejorada del MI-8, con capacidad para transportar hasta 36 pasajeros o una carga de aproximadamente 4,000 kg. El MI-171 cuenta con un rotor principal de cinco palas y dos motores turbo eje, lo que le proporciona una mayor potencia y capacidad de vuelo en comparación con su predecesor, esta aeronave se utiliza en una amplia variedad de roles militares y civiles, incluyendo transporte de tropas, evacuaciones médicas, capacitaciones de pilotos búsqueda y rescate, lucha contra incendios y transporte de carga.

El helicóptero es utilizado para transportar lo siguiente:

- Cargas de hasta 4000 kg dentro de la cabina de carga;
- Carga externa con un límite de hasta 3000 kg.

Todas las configuraciones del helicóptero pueden incorporar un torno eléctrico con un brazo a bordo, permitiendo el izado de cargas con un peso de hasta 150 kg o 300 kg, en la versión de transporte, el helicóptero tiene una capacidad de 24 personas, por otro lado, en la variante de pasajeros, la capacidad del helicóptero se incrementa a 28 personas (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

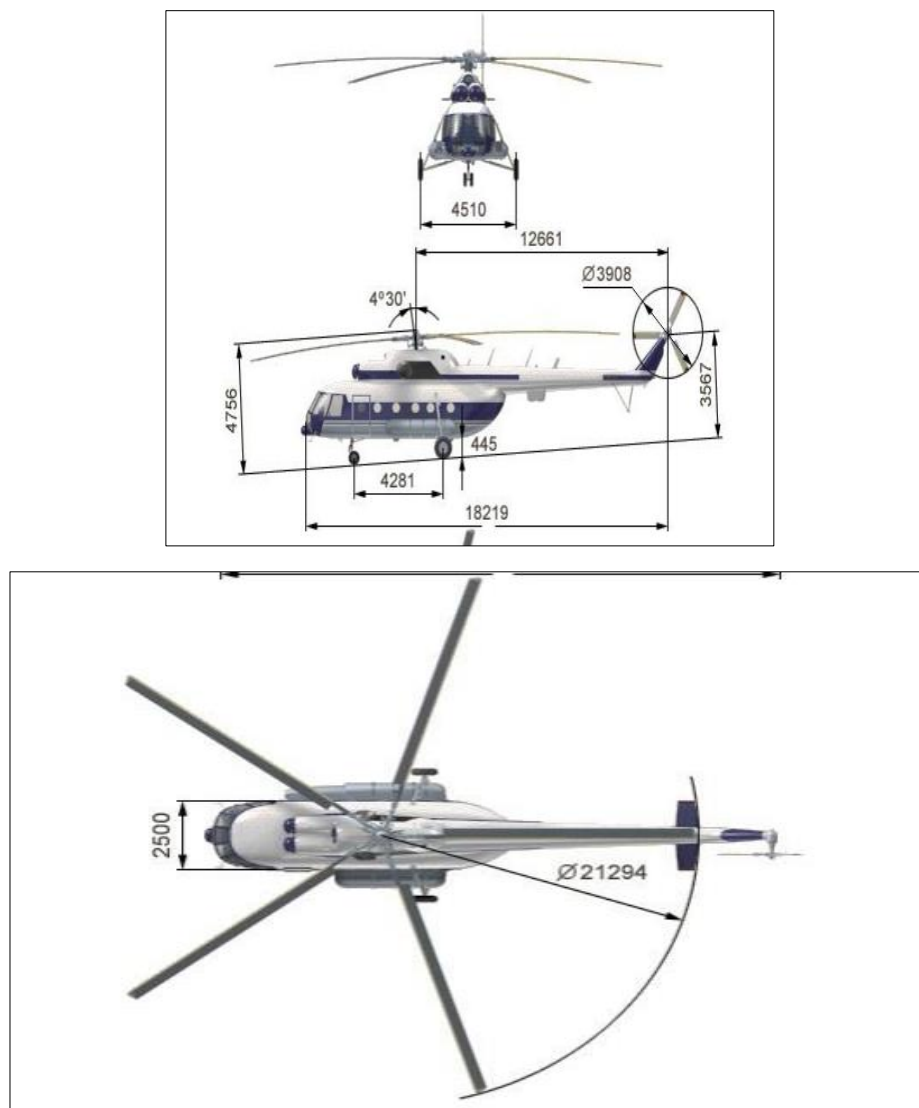
El helicóptero MI-17 con motores TV3-117BM es un helicóptero multipropósito está diseñado para el transporte de personal y diferentes tipos de carga en el compartimiento del mismo, para transportar municiones y capacitar pilotos en brigadas establecidas por el centro de mantenimiento (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

### **Tabla 1**

#### *Características del helicóptero MI-17*

<b>Características del helicóptero MI-17</b>	
Peso máximo de despegue	13,000 Kg
Velocidad máxima	250 km/h.
Altura máxima de vuelo	6000 m
Autonomía de vuelo	950 km
Longitud (con los rotores principal y de cola girando)	25,244 m
Altura (con el rotor de cola girando)	.5,521
Dimensiones del vano del fuselaje	Altura 1,62 m
	Ancho 2,288 m

*Nota.* Tabla de mediciones de áreas del helicóptero M.I. Tomado de (Theodoridis & Kraemer, n.d.)

**Figura 3***Dimensiones del helicóptero MI-17*

*Nota.* Dimensiones del helicóptero MI-17. Tomado de (Theodoridis & Kraemer, n.d.)

### **Sistemas principales del helicóptero MI-17**

#### ***Sistema de controles de vuelo***

Consta con controles de vuelo estándares para helicóptero, ubicados en las posiciones tradicionales, incorpora un sistema de control cíclico para manejar la dirección longitudinal (hacia adelante), el colectivo para el control vertical y los pedales del rotor de cola para la orientación direccional, además, está equipado con un piloto automático que opera los

servomecanismos de forma independiente de los controles de vuelo del piloto o copiloto

(*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*).

- Control bidireccional transversal-longitudinal (CÍCLICO);
- Control direccional dual (DIRECCIÓN);
- Control de los mecanismos de gradiente de fuerza.
- Control combinado doble de paso colectivo-aceleración.

### **Componentes**

Los controles del helicóptero se fundamentan en el principio de modificación del valor y la dirección de la fuerza aerodinámica generada por el rotor principal, así como en el valor de la fuerza de tracción del rotor de cola. Los controles son de diseño convencional para helicóptero, con conjuntos completos equipados tanto para el piloto como para el copiloto. Estos controles son de tipo dual y sincronizado, con asistencia mediante potencia hidráulica (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*).

En el sistema incluye:

- Dos palancas colectivas
- Dos palancas cíclicas
- Dos pares de pedales.

### **Funcionamiento**

Los sistemas de control de vuelo reciben suministro hidráulico de cuatro servomecanismos, los cuales son impulsados por dos sistemas: el sistema principal alimenta los servomecanismos, el tope hidráulico, filtros del colectivo y las válvulas electromagnéticas del piloto automático; mientras que el sistema auxiliar suministra exclusivamente a los cuatro servomecanismos, aunque los controles de una aeronave son comparativamente sencillos, así como la disposición de sus superficies de control (alergones, elevador, timón), la situación es

menos simple en el caso de los helicópteros. (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*).

#### Figura 4

*Controles de vuelo del helicóptero M.I.*



*Nota.* Controles de vuelo del helicóptero M.I. Tomado de (Theodoridis & Kraemer, n.d.)

#### Sistema de trenes de aterrizaje

#### Figura 5

*Sistema de trenes de aterrizaje del helicóptero M.I.*



*Nota.* Tren de aterrizaje del helicóptero M.I. Tomado desde la base militar 15 BAE Paquisha

Para gestionar las fuerzas de presión asociadas a las fases de despegue y aterrizaje, la aeronave está equipada con un tren de aterrizaje fijo de configuración triciclo no retráctil y un patín de cola (conocido también como guarda-rotor), su propósito principal es amortiguar los impactos durante el aterrizaje y durante el recorrido, así como durante el desplazamiento del helicóptero por tierra (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

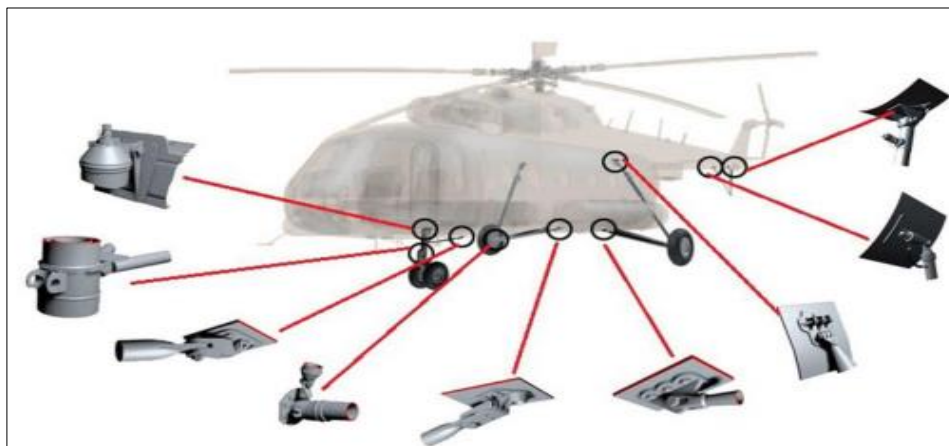
El tren de aterrizaje está compuesto por:

- Tren principal del helicóptero.
- Tren de nariz.
- Patín de Cola En cada apoyo del tren principal está instalada una llanta dotada de freno neumático.

En el tren de aterrizaje delantero, se han incorporado dos ruedas sin sistema de frenos, y es auto orientable, el patín de cola está ubicado en el extremo del botalón de cola, específicamente en las costillas 15 y 17, su función principal es resguardar el rotor de cola de eventuales impactos con la superficie terrestre en situaciones de aterrizaje abrupto con la nariz elevada del helicóptero. (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

## Figura 6

*Componentes del tren de aterrizaje*



*Nota.* Herrajes de sujeción del tren de aterrizaje. Tomado de (Mantenimiento, n.d.)(Mantenimiento, n.d.).



El conjunto del tren delantero está conformado por el amortiguador, el soporte giratorio, el eje de las ruedas, la biela, el montante y dos llantas. Este tren delantero cuenta con una suspensión auto orientable que optimiza el desempeño del amortiguador cuando el helicóptero se desplaza sobre una superficie irregular. La orientación libre del eje de las ruedas se realiza de manera conjunta con la palanca y el vástago (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

### Figura 7

#### Componentes del tren de nariz



*Nota.* Partes del tren de nariz del helicóptero M.I. Tomado de (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*)

Cada componente del sistema de amortiguación, así como el eje y las ruedas, se fabrican utilizando una aleación de acero compuesta por manganeso, cromo y silicio.

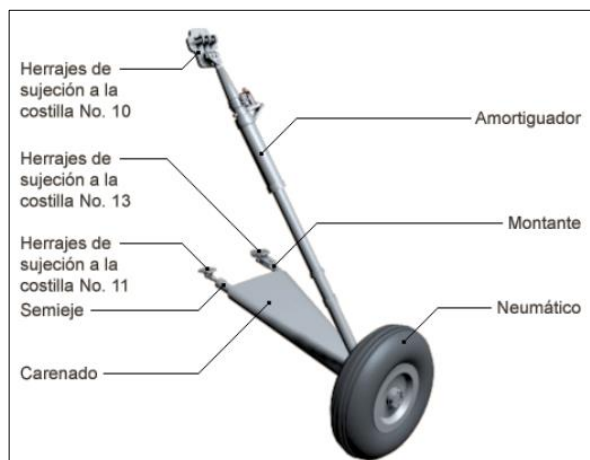
#### **Tren principal**

Los soportes principales adoptan una configuración piramidal y se ubican a ambos lados del fuselaje, cada soporte consta de un amortiguador de doble cámara, un montante, un semieje y una llanta, las cámaras de baja presión se conectan mediante una articulación de tijera para prevenir la rotación del cilindro del amortiguador de doble cámara en relación con el vástago, el amortiguador del tren principal se sujeta a la costilla 10 del fuselaje central, el

soporte delantero, que también sirve como eje de la rueda, se fija a la costilla 11, y el soporte trasero, que simultáneamente funciona como botella de aire para el sistema neumático, se asegura a la costilla 13 (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*).

### Figura 8

#### *Componentes del tren principal*



*Nota.* Partes del tren principal del helicóptero M.I. Tomado de (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*)

#### **Patín de cola**

Tiene la función de alertar al piloto en situaciones de aterrizaje con un ángulo de cola excesivamente bajo, contribuyendo a evitar posibles daños en el rotor de cola. Este sistema incluye:

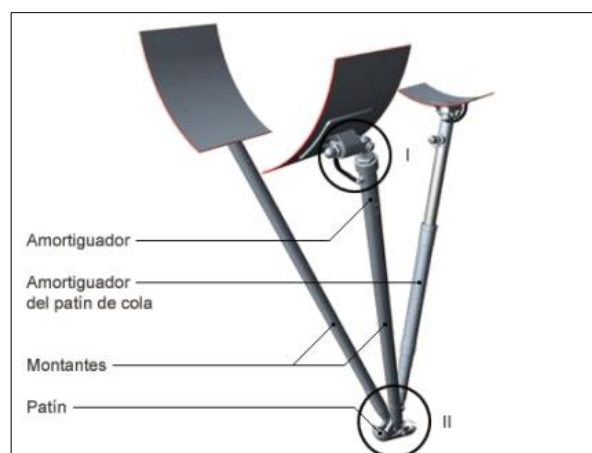
Un amortiguador de tipo óleo neumático.

Dos soportes destinados a la fijación en el botalón de cola.

Un patín de deslizamiento que incorpora un resorte con un ángulo de ataque diseñado para evitar que funcione como arado.

## Figura 9

*Tren tipo patín de cola*



*Nota.* Componentes del tren de patín de cola. Tomado de (Theodoridis & Kraemer, n.d.)

## Sistema hidráulico

### Figura 10

*Controles del sistema hidráulico*



*Nota.* Instrumentos del sistema hidráulico del helicóptero tomado desde cabina.

El sistema hidráulico de la aeronave, fundamental para su funcionamiento confiable, consta del sistema hidráulico principal y del sistema hidráulico auxiliar, cada uno identificado con una designación única, el diseño del sistema hidráulico se ha concebido con las

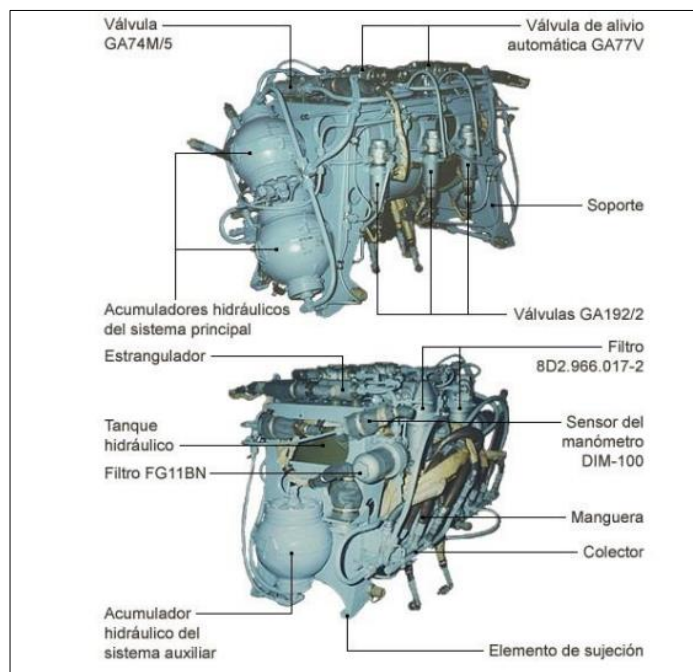
características técnicas esenciales para garantizar un rendimiento adecuado en todas las condiciones de vuelo y situaciones.

Se ha implementado el principio de duplicidad de componentes y tuberías en el sistema hidráulico auxiliar, a excepción de los componentes y tuberías vinculados a la reconexión de los servomecanismos al control combinado del piloto (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*).

Estos componentes solo se encuentran en el sistema hidráulico principal, todos los componentes de los sistemas hidráulicos principal y auxiliar, a excepción de las bombas hidráulicas, servomecanismos, hidrotipe y la palanca de paso colectivo, se han integrado en un panel específico que forma el módulo hidráulico (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

### Figura 11

#### *Componentes del sistema hidráulico*



*Nota.* Componentes del sistema hidráulico principal del helicóptero. Tomado de (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*)

### **Block hidráulico**

En el módulo hidráulico se encuentran casi todos los componentes de los sistemas hidráulicos principal y auxiliar, todos los componentes están ensamblados en un soporte común, lo que da la posibilidad de obtener un módulo único, que después de sus pruebas en conjunto, puede ser instalado en el helicóptero, el soporte tiene cuatro detalles de sujeción al fuselaje y asientos para la fijación del depósito hidráulico con abrazaderas (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*).

### **Tanque del sistema hidráulico:**

Los sistemas hidráulicos principal y auxiliar comparten un depósito común construido con lámina de aleación de aluminio soldada. Este depósito consta de un casco y dos fondos, con un tabique interno que divide el interior en dos secciones. En la parte superior del tabique, en el casco, se encuentra soldada la boca de llenado equipada con un filtro de malla de latón y cerrada con un tapón que incluye una varilla de medición. Ambas secciones del tanque se llenan con aproximadamente 10 litros de líquido AMG-10 o un equivalente mediante la boca de llenado (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

### **Figura 12**

*Tanque del sistema hidráulico*



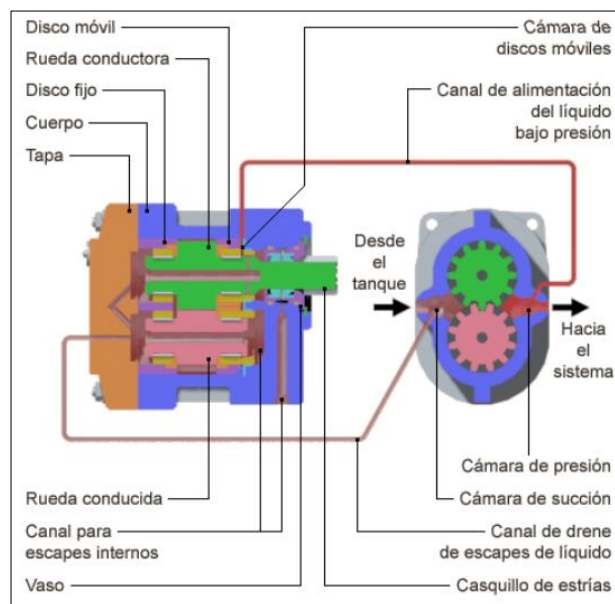
*Nota.* Tanque de almacenamiento del sistema hidráulico. Tomado de (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*)

### **Bomba hidráulica nsh-39m**

Es una bomba de engranajes de una etapa, cada sistema hidráulico (principal y auxiliar) tiene una bomba NSH-39M, la bomba crea la presión de operación de 90 atm, el rendimiento de la bomba es de 30 lts/min, cuando gira a 2500 r.p.m. y mantiene una presión de 65 kg/cm<sup>2</sup> (Mantenimiento, n.d.).

### **Figura 13**

#### **Bomba hidráulica NSH-39M**



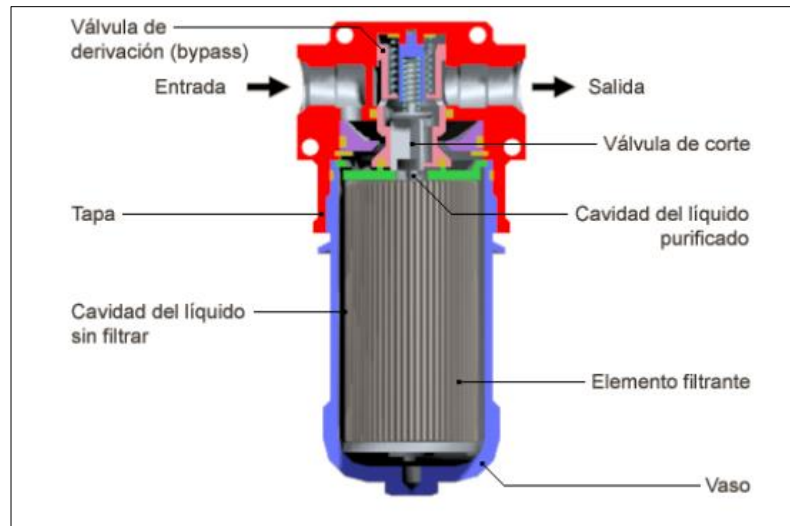
*Nota.* Bomba auxiliar del sistema hidráulico. Tomado de (Theodoridis & Kraemer, n.d.)

### **Filtro Grueso O Primario Mf (8d2-966- 017-2)**

En los sistemas hidráulicos principal y auxiliar se han colocado filtros 8D2.966017-2, cuya tarea consiste en purificar de manera eficiente el líquido hidráulico eliminando contaminantes mecánicos (Mantenimiento, n.d.).

**Figura 14**

*Filtro primario MF (8d2-966- 017-2)*



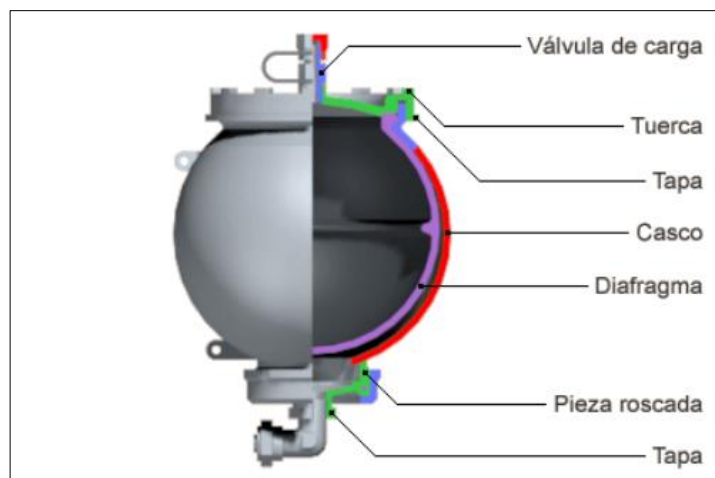
*Nota.* Filtro del sistema hidráulico. Tomado de (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*)

### **Acumulador hidráulico**

El acumulador hidráulico, con una capacidad de 2,5 litros, se compone de dos semiesferas que están soldadas entre sí, hay dos acumuladores en el sistema hidráulico principal y uno en el auxiliar, en el interior del cuerpo del acumulador hidráulico se encuentra una membrana de hule con forma esférica, la abertura de la membrana se encuentra entre el borde y la tapa, y se asegura con una tuerca para proporcionar una conexión resistente y hermética en la parte superior del acumulador hidráulico se encuentra roscada una boquilla (Theodoridis & Kraemer, n.d.)

## Figura 15

### Acumulador hidráulico



*Nota.* Acumulador del sistema hidráulico. Tomado de (Mantenimiento, n.d.)

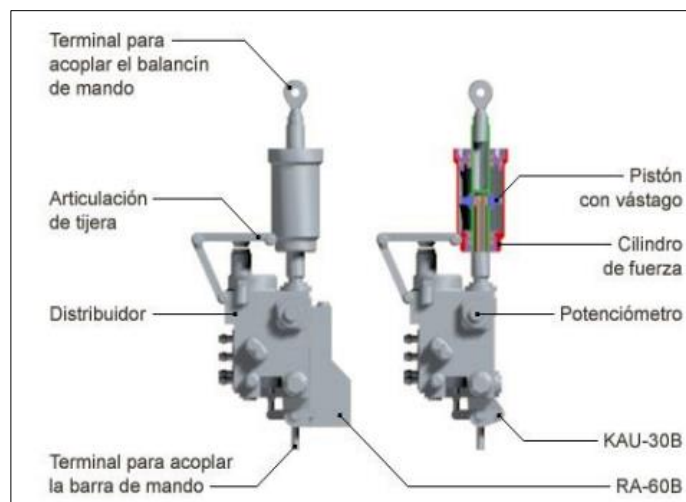
### **Indicador dim-100**

El sistema consta de un sensor ID 100 y un indicador DIM-100, el sensor se conecta a la línea principal de presión mediante una boquilla y en función de la presión en dicha línea, emite una señal eléctrica correspondiente al indicador situado en la cabina de la tripulación, el manómetro eléctrico DIM-100 se utiliza para medir de forma remota la presión en el sistema hidráulico, abarcando un rango de 0 a 100 kg/cm, se ha instalado un indicador en cada sistema (Mantenimiento, n.d.).

### **Servomandos hidráulicos:**

Con el objetivo de reducir la carga en las palancas y pedales de control en el helicóptero, se utilizan cuatro servos, también conocidos como amplificadores hidráulicos, tres servos KAU-30B se encuentran ubicados en los sistemas de control longitudinal, transversal y de paso colectivo del rotor principal, mientras que un servo RA60B está instalado en el sistema de control direccional (Mantenimiento, n.d.).

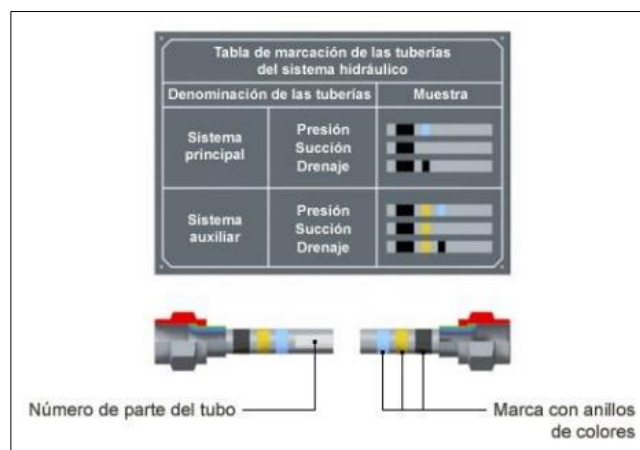


**Figura 16****Servomandos Hidráulicos**

*Nota.* Servos hidráulicos montados en el helicóptero. Tomado de (Theodoridis & Kraemer, n.d.)

**Cañerías del sistema hidráulico**

Las cañerías es un papel muy fundamental en el sistema hidráulico ya que es la que transporta todo el líquido que sirve para activar cada válvula y cada bomba donde transporta todos los fluidos del helicóptero ya sea la densidad asignada (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

**Figura 17****Cañerías**

*Nota.* Designación del color de cañerías en el sistema hidráulico. Tomado de (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS .*, n.d.)

## **Funcionamiento del sistema hidráulico**

El fluido hidráulico fluye desde el depósito hasta la bomba debido a la acción de la gravedad, la bomba impulsa el fluido a presión a través del filtro grueso hacia la válvula reguladora de presión (GA-77), que controla la presión de trabajo y actúa como válvula de alivio, a continuación, el fluido se dirige hacia los dos acumuladores al transmisor de presión que envía la señal a manómetro en la cabina de pilotos, a la válvula de fricción del colectivo por una línea independiente y a la válvula GA-74 que es accionada por un interruptor eléctrico en la cabina de mando.

Si esta válvula está abierta permite el paso de fluido a través del filtro fino a; los servos hidráulicos, a la válvula de tope cíclico atrás, al interruptor de presión MCT-35 que es el que enciende la luz verde que indica que el sistema principal está operando, funciona cuando la presión alcanza  $35 \pm 5$  kg/cm<sup>2</sup>, y por esta misma línea a las válvulas electromagnéticas del piloto automático (GA 192), también es enviada presión a la válvula GA-59, que es de cambio de sistema o lanzadera y a la cual le llega la presión del sistema Auxiliar por otra línea (Mantenimiento, n.d.).

Se diferencia del sistema principal por que posee un solo acumulador y no alimenta los siguientes componentes;

- Tres válvulas GA 192 del piloto automático
- Válvula GA 192 del tope cíclico atrás
- Válvula GA 192 de la fricción del colectivo

## ***Mando & control del sistema hidráulico***

El control de la operación del sistema hidráulico se realiza desde el panel de control del sistema en la cabina de la tripulación en el panel eléctrico central. Conmutador «principal» de mando del sistema hidráulico principal. Conmutador «auxiliar» de mando del sistema hidráulico auxiliar (debajo de la caperuza en posición conectado). Botón «aux. Desc.» para la desconexión del sistema auxiliar. Luz de aviso «sistema principal conectado», que indica sobre

la operación del sistema principal. luz de aviso «sistema auxiliar conectado», que indica sobre la operación del sistema auxiliar. Dos indicadores dim-100k 2da serie del sistema hidráulico principal y auxiliar.

### Figura 18

*Mandos del sistema hidráulico*



*Nota.* Ubicación de los mandos de control del sistema hidráulico. Tomado de (Mantenimiento, n.d.)

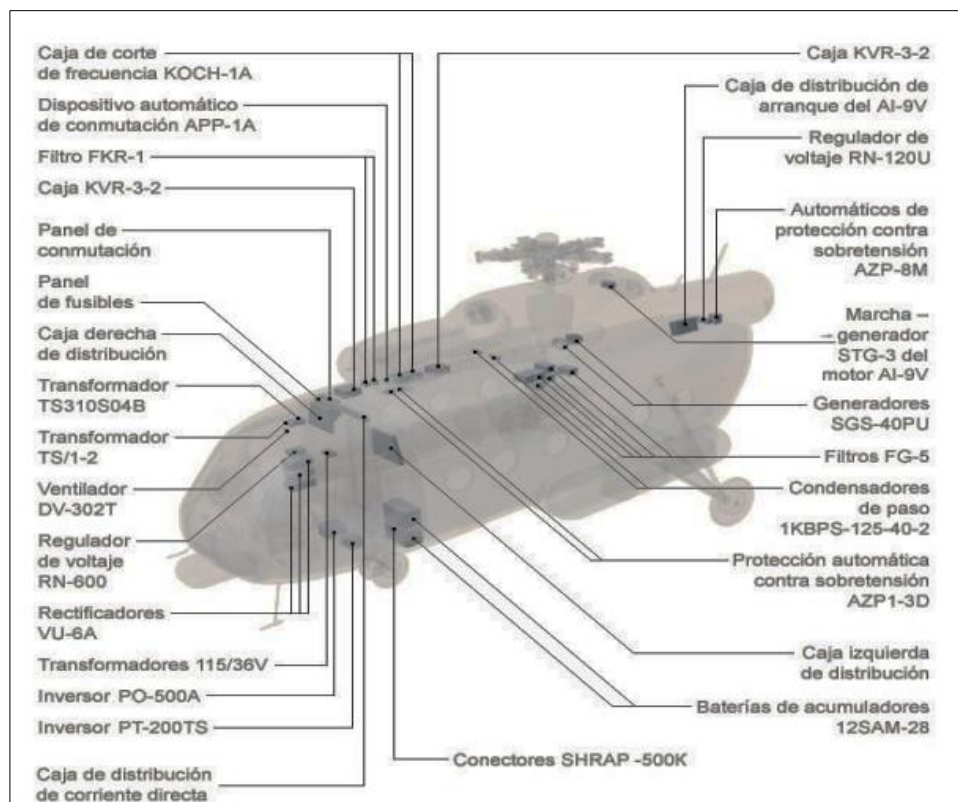
### Sistema eléctrico

El sistema eléctrico provee potencia eléctrica para todos los consumidores que la requieran, el equipamiento eléctrico del helicóptero Mi-17 está compuesto por el sistema de alimentación eléctrico, la red de distribución y los consumidores. El sistema de alimentación eléctrico del helicóptero Mil-17-1V está integrado por:

- Sistema primario
- Sistema secundario
- Sistema de alimentación desde plantas externas.

Figura 19

## Componentes del Sistema eléctrico



*Nota. Componentes del sistema eléctrico primario del helicóptero. Tomado de (Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.)*

Se desglosa en un sistema primario trifásico de 204/208 vca, 400 hz, generado por 2 generadores sgs 40pu impulsados por la transmisión principal, y en tres sistemas secundarios, el primero es de 115 vca, monofásico, 400 hz, generado por un transformador tc 1-2 conectado a la línea del generador nº 2 y, en situaciones de emergencia, por el inversor po 500t, el segundo es de 36 vca, trifásico, 400 hz, producido por un transformador tc/310 conectado a la línea del generador nº 1 y, en caso de emergencia, por el inversor pt 200 u, el tercero es de 27 vcd producidos por tres rectificadores vu-6a, y en caso de emergencia por el generador sgt 3 del motor ai-9 o para las baterías por 6 a 7 min (Mantenimiento, n.d.).

**Tabla 2**

*Contenido de la distribución de los sistemas eléctricos de la aeronave*

<b>Distribución de los sistemas eléctricos de la aeronave</b>		
<i>Máximo</i>	<i>Normal</i>	<i>Ice</i>
Generador 1	10 amp/fase	100 amp
Generador 2	15 amp/fase	30 amp
Rectificadores	35–50-amp max	90 amp
Generador 1 Stg 3	Máximo 100 amp	
Batería		mp/hr

*Nota.* Tabla de distribución de los sistemas eléctricos de la aeronave.

### **Sistema Primario**

El sistema primario de alimentación eléctrica (sistema de corriente alterna trifásica con un voltaje de 204 V y una frecuencia de 400 Hz). Aseguran el funcionamiento de todos los circuitos y consumidores de corriente directa, asimismo aseguran que las baterías sean cargadas constantemente. Alimentan durante el vuelo a la barra BU o barra de rectificadores y la barra de acumuladores. Las fuentes de energía eléctrica de corriente alterna son dos generadores SGS-40PU en conjunto con los dispositivos de protección, conmutación, regulación y filtros contra radio interferencias (Mantenimiento, n.d.).

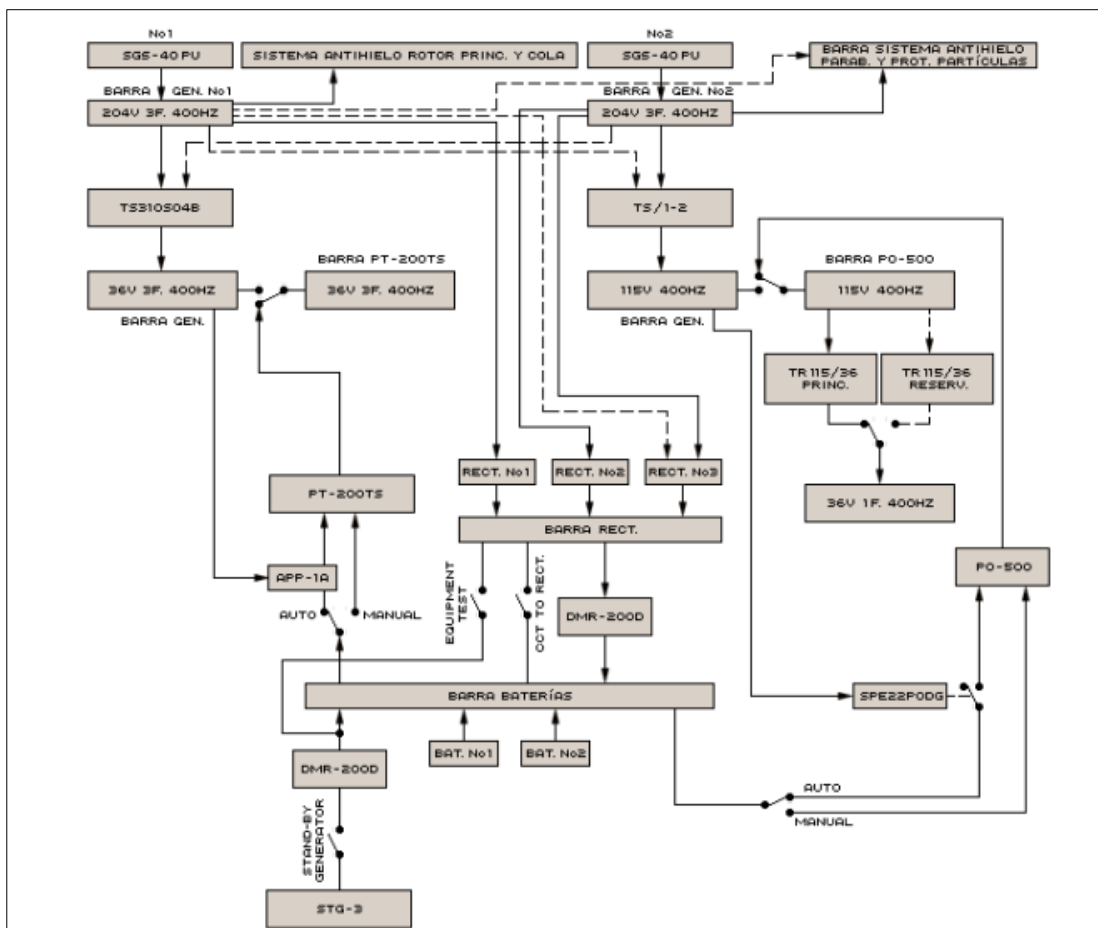
Cada canal está integrado por los siguientes componentes de regulación y control para su respectivo sistema:

- Generador SGS-40PU;
- Caja de conmutación y regulación KVR-3-2;
- Dispositivo automático de protección de la red contra sobretensión AZP-1-3D;
- Regulador de voltaje RN-600 con resistencia remota VS-33A;
- Caja de corte de frecuencia KOCh-1A.

- Unidad de frecuencia de fase BCHF-208. • Filtros de radio interferencia FG-5.
- Filtros FKR-1.

**Figura 20**

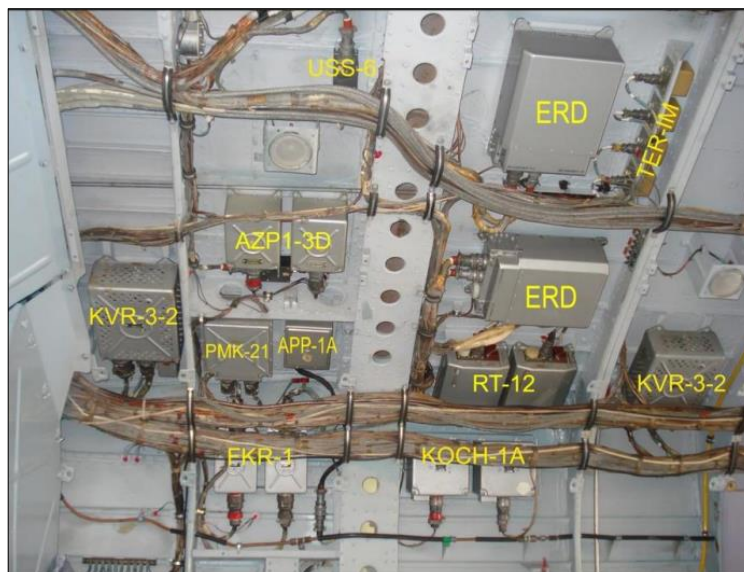
*Diagrama eléctrico del sistema primario*



*Nota.* Esquema eléctrico del sistema primario del helicóptero. Tomado de (Federal Aviation Administration, 2018)

## Figura 21

### Esquema eléctrico del sistema primario del helicóptero



*Nota.* Esquema eléctrico del sistema primario del helicóptero. Tomado de (Federal Aviation Administration, 2018)

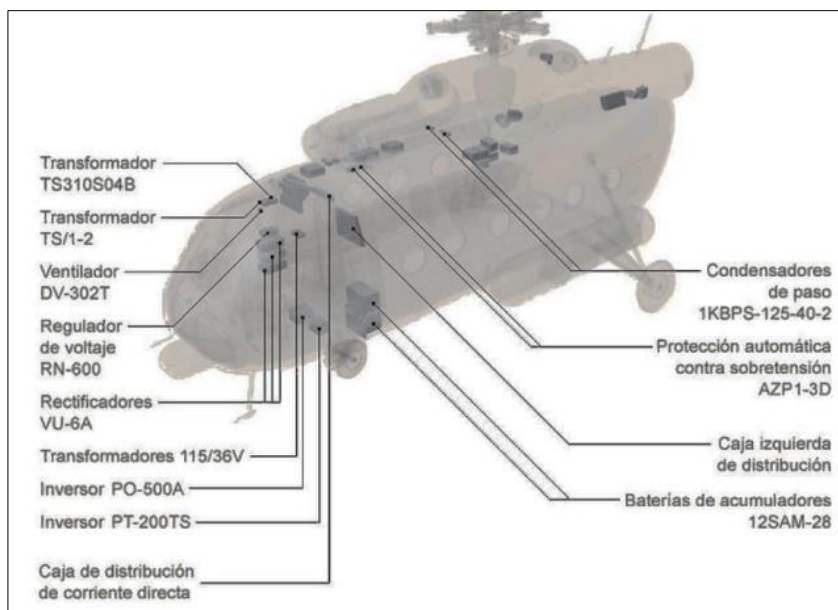
### **Sistema secundario**

Para alimentar los consumidores de diferentes voltajes de AC y DC, los siguientes sistemas secundarios monofásicos y trifásicos están disponibles.

- Sistema de corriente alterna monofásico, con corriente de 115 vol. y frecuencia de 400 Hz. Sistema de corriente alterna monofásico, con corriente de 36 vol. y frecuencia de 400 Hz.
- Sistema de corriente alterna trifásico, con corriente de 36 vol. y frecuencia de 400 Hz.
- Sistema de corriente directa voltaje de 27 vol.
- Fuentes de reserva.

## Figura 22

### Esquema de distribución del sistema secundario



*Nota.* Esquema del sistema eléctrico secundario de la aeronave. Tomado de (Mantenimiento, n.d.)

### **Sistema de alimentación desde plantas externas**

La función de la red de alimentación eléctrica externa es el suministro de energía eléctrica a la red del helicóptero en tierra cuando los motores no están operando, está compuesta por la red de corriente directa y la red de corriente alterna. Para conectar la planta externa de corriente directa a la red de abordaje es necesario unir el conector del cable de la planta con el conector macho SHRAP-500K en el helicóptero. Se enciende la luz «EXT PWR ON». Después de encendida la luz y comprobado el valor de la tensión de la planta externa se conecta el interruptor «EXT PWR», ubicado en el panel de corriente directa (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*).

Al conectar el interruptor «EXT PWR», si la polaridad de la tensión es correcta, actúa el relé de bloqueo, abriendo los circuitos de los rectificadores, baterías de acumuladores,



arrancador-generador STG-3, y el dispositivo multifuncional DMR-200D conecta la barra de baterías a la barra de rectificadores. Para conectar la planta externa de corriente alterna a la red del helicóptero hay que unir el conector del cable de la planta al conector macho ShRAP-400-3f del helicóptero. Se enciende la luz «EXT PWR ON». Después de encendida la luz se comprueba la tensión de la planta externa de corriente alterna, después se conecta el interruptor «EXT PWR» en el panel de corriente alterna (Mantenimiento, n.d.).

### ***Funcionamiento del sistema eléctrico***

La potencia es proporcionada por los generadores impulsados por la transmisión principal con 204/208 V.C.A. 400 Hz. 40 KW. De potencia cada uno. Cada generador tiene un canal o línea respectiva para distribuir a los consumidores del helicóptero dicha potencia. La potencia del generador No. 1, es enviada al rectificador No. 1, al transformador TC310 y al sistema anticongelante de las palas del rotor Por el canal del generador No. 2 la potencia es llevada a los rectificadores Nos. 2 y 3, al transformador TC-1/2, al parabrisas y a la calefacción del sistema anti polvo (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*).

En caso de falla de un generador un sistema de emergencia suministrara potencia a los consumidores, excepto al sistema anti hielo de los rotores. Esta potencia es asegurada a las fuentes secundarias por el canal del generador operativo. Cuando ambos generadores fallan, el suministro eléctrico para los consumidores indispensables para un aterrizaje seguro, es proporcionado por las fuentes del sistema auxiliar; generador de reserva del AI-9 por: 30', baterías por: 06', Y los inversores P0-500 monofásico y PT-200U Trifásico(Mantenimiento, n.d.).

## Motor TB3-117

### Figura 23

#### Motor TB3



La configuración de potencia de los helicópteros MI-117 comprende dos motores turbo eje TB3-117VM junto con los sistemas auxiliares necesarios para su operación. La supervisión de los motores se efectúa mediante un sistema de control unificado, permitiendo el mantenimiento manual y automático de las RPM requeridas para el rotor principal (Mantenimiento MOTOR TB3 -117, n.d.).

### Tabla 3

#### Características del Motor TB3

<b>Características principales del motor TB3-117VM</b>	
Tipo de motor	Turbo eje, con turbina libre
Dirección del giro	izquierda
Rpm de la turbina libre	15000 r.p.m. (100 %)
Potencia del eje de salida	2000 hp (régimen de despegue)
Peso seco	293 kg
Largo; accesorio y tobera	2.055 m

### Características principales del motor TB3-117VM

---

Ancho	0.65 m
Alto	0.728 m

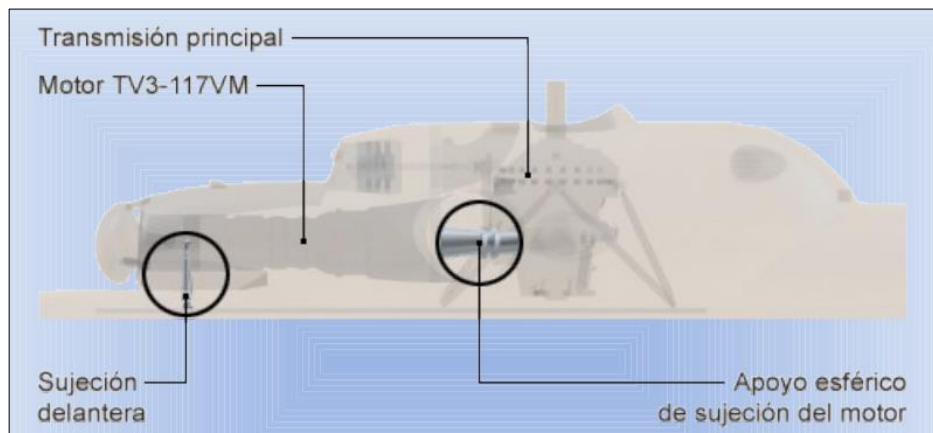
---

*Nota.* Tabla de Características del Motor TB3.

Los dos motores TB3-117 están montados de techo en el fuselaje, de tal manera que sus ejes y la línea de referencia longitudinal del helicóptero forma un ángulo de  $4^{\circ}30'$ , cada motor está sujeto al fuselaje por medio de dos planos: el delantero y el trasero esférico, la sujeción delantera está formada por dos montantes largos y dos montantes cortos de tipo tensor, se emplea para evitar el desplazamiento del motor en las direcciones vertical y transversal y excluye la rotación del motor con relación a su eje, la sujeción trasera esférica evita el desplazamiento del motor y permite el movimiento rotatorio respecto a todos los ejes (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

#### Figura 24

*Ejes de sujeción del motor*



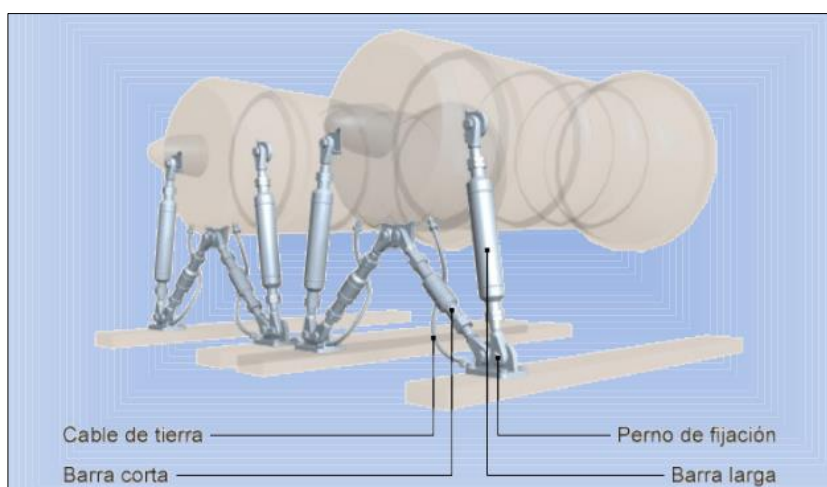
*Nota.* Ejes de sujeción del motor TB3 junto al helicóptero. Tomado de (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS .*, n.d.)

### ***Sujeción delantera***

Con este método de sujeción, las fuerzas axiales son sostenidas exclusivamente por el soporte trasero, mientras que el movimiento rotatorio se maneja únicamente a través de los montantes cortos y largos, las restantes fuerzas se transfieren a los montantes delanteros y al soporte trasero en proporción a la distancia hasta el centro de gravedad del motor (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

### **Figura 25**

*Ejes de sujeción delantero del motor*



*Nota.* Ejes de sujeción delantera del motor tb3. Tomado de ((Theodoridis & Kraemer, n.d.)

Durante la fase de ensamblaje, se logra la alineación del motor con la transmisión principal ajustando la longitud de los montantes mediante la rotación de los tensores, sin necesidad de retirar los montantes ni los soportes del techo (Mantenimiento, n.d.).

### ***Sujeción esférica trasera***

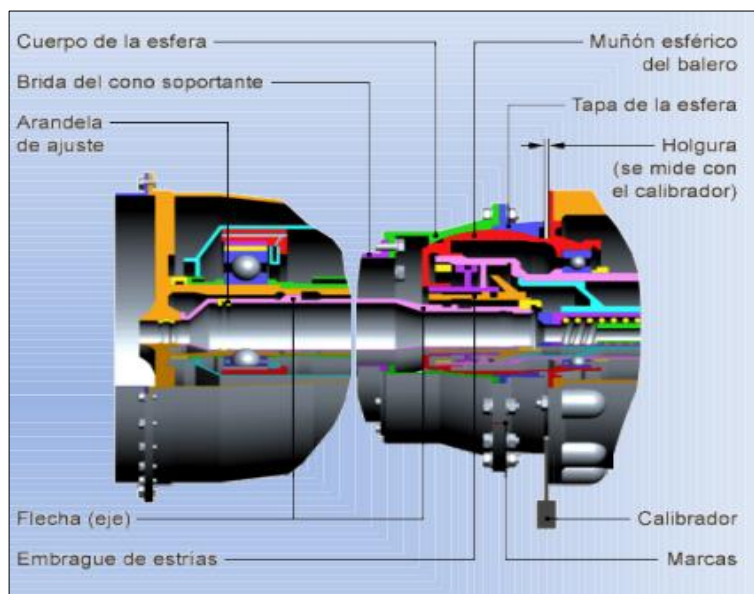
El motor se conecta a la transmisión principal mediante un buje esférico, que se acopla con pernos al cuerpo del arrastre de la transmisión principal. El cuerpo del motor, a través de una tapa esférica, se une a este buje (Mantenimiento, n.d.).

Para desmontar el motor de la transmisión principal, se fija a un soporte adicional, un dispositivo especial instalado en los soportes del techo de la sección central del fuselaje, la

correcta instalación del motor en relación con su eje longitudinal, es esencial ajustar la alineación entre el motor y la transmisión principal, la brida de la tapa esférica del motor y la del embrague de rueda libre de la transmisión principal deben estar alineadas de manera paralela, este alineamiento se verifica con un calibrador especial en cuatro puntos, y la diferencia entre los resultados no debe exceder los 0,15 mm (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

## Figura 26

### *Sujeción esférica trasera*



*Nota.* Buje esférico de sujeción. Tomado de ((Mantenimiento, n.d.)

### **Características del motor tb3-117vm**

Para garantizar el funcionamiento seguro en todos los rangos de vuelo, altitudes y velocidades operativas, así como en diversas condiciones meteorológicas, el motor Tv3-117 está provisto de los siguientes sistemas:

#### ***Sistema de combustible***

“Encargado de suministrar combustible al motor, controlar los modos de operación y operar las unidades de control del motor, este sistema incluye un sistema de regulación automática” (Mantenimiento MOTOR TB3 -117, n.d.).

### **Sistema de lubricación y ventilación**

Este sistema opera como un circuito abierto, autónomo, de circuito único, circulatorio y forzado. Utiliza aceite sintético del tipo B-3V (JET OIL II)

### **Sistema de sangrado de aire**

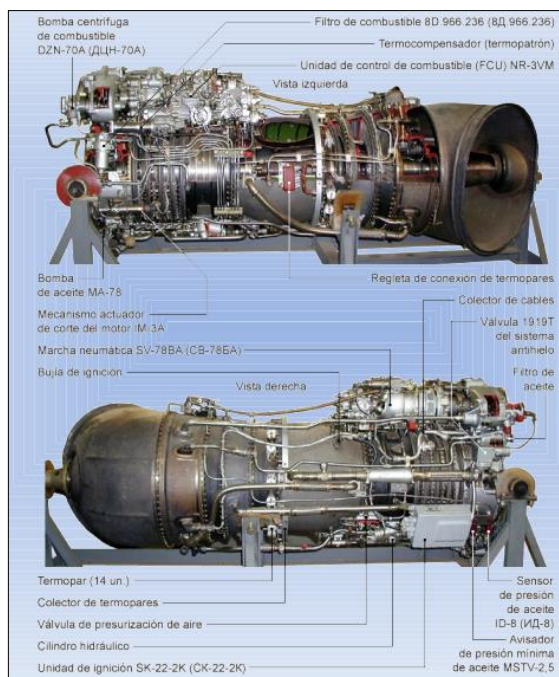
Diseñado para prevenir la formación de hielo en la entrada del motor, se utiliza para el funcionamiento del dispositivo protector de partículas, el funcionamiento estable del motor en modos transitorios, el adecuado rendimiento de las empaquetaduras de los soportes del motor y suministrar aire caliente a los sistemas del helicóptero (Mantenimiento MOTOR TB3 -117, n.d.).

### **Sistema de arranque**

Su propósito es iniciar el motor tanto en tierra como en el aire, realizar la ventilación y permitir el arranque en falso. Este sistema es neumático, tomando aire del APU AI-9V, y emplea una marcha neumática para poner en marcha el rotor del motor (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

### **Figura 27**

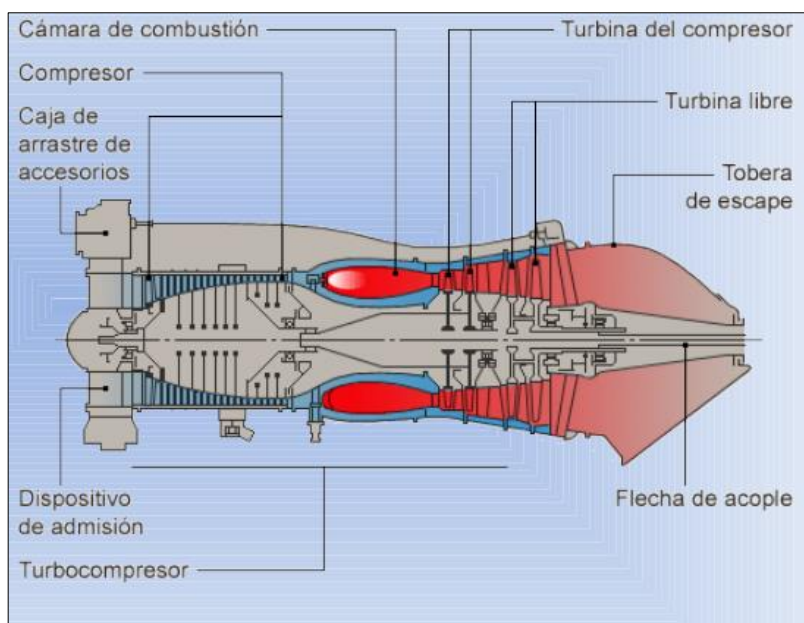
#### **Componentes principales del motor TB3-117**



*Nota.* Buje esférico de sujeción. Tomado de ((Mantenimiento, n.d.)

## Figura 28

*Partes principales del motor TB3-117*



*Nota.* Partes del motor tb3-117. Tomado de (Mantenimiento, n.d.)

### **Principio de funcionamiento del motor TV3-117**

El helicóptero absorbe el aire atmosférico mediante su dispositivo de admisión, canalizándolo hacia el compresor axial de doce etapas. A medida que atraviesa el canal del compresor, el aire experimenta una compresión gradual antes de ingresar a la cámara de combustión (Mantenimiento, n.d.).

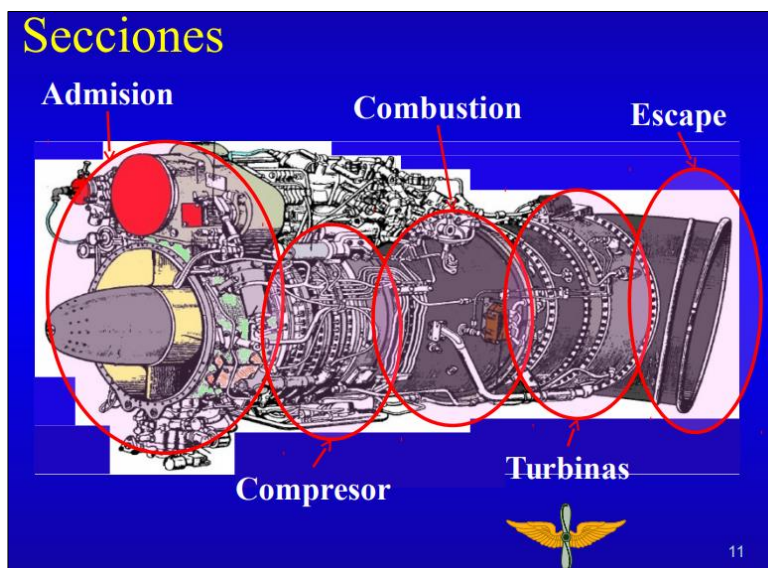
Cámara de combustión la cámara de combustión el combustible es inyectado ininterrumpidamente por 12 inyectores de combustible, el combustible es totalmente quemado con un pequeño exceso de aire, lo cual proporciona una llama continua y una alta temperatura en la zona de combustión, de la cámara de combustión el flujo de gases con alta temperatura y presión incrementada ingresa a las turbinas del motor (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

En los álabes de las toberas de la turbina del compresor, se produce una conversión parcial de la energía del flujo de gas en energía cinética de los gases. Los álabes móviles de la turbina del compresor transforman la energía de los gases en trabajo mecánico, el cual se transmite al eje de la turbina del compresor en forma de momento de torsión, este momento de torsión impulsa el eje del compresor, así como la caja de accesorios y la bomba de aceite (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*)

En los álabes de tobera de la turbina libre, la porción restante de la energía del flujo de gases se transforma de manera análoga en energía cinética, esta energía se convierte en trabajo mecánico y se transmite al eje, generando el momento de torsión necesario para la transmisión principal VR-14, contribuye al giro de los ejes de los rotores principal y de cola, facilitando el accionamiento de los componentes alojados en la transmisión (Mantenimiento, n.d.).

### Figura 29

*Tiempos del motor*



*Nota.* Tiempos de funcionamiento del motor TB3. Tomado de (Mantenimiento, n.d.)

La vinculación de los motores con la transmisión principal se realiza mediante una unidad específica y el embrague de rueda libre, este último posibilita la autorrotación del rotor



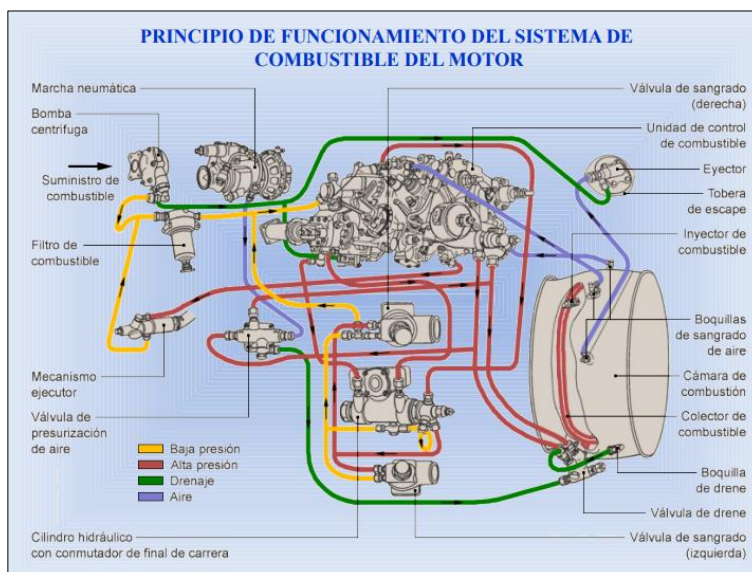
principal y del rotor de cola en situaciones de fallo o bloqueo de los motores, durante los regímenes operativos, las rpm de la turbina libre (Nrp) se mantienen constantes gracias a la unidad de control de combustible (FCU) NR-3VM, que ajusta la cantidad de combustible suministrado a la cámara de combustión (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*).

Así, cuando se produce un aumento repentino en las RPM del rotor principal, el regulador reduce la entrega de combustible, esto resulta en una reducción de la temperatura de los gases en la entrada de la turbina del compresor, disminuyendo las RPM del turbocompresor y reduciendo la potencia generada por la turbina libre, este proceso permite que las RPM del rotor principal vuelvan al nivel predeterminado (*Mantenimiento MOTOR TB3 -117, n.d.*).

### Sistema de combustible del motor

**Figura 30**

*Sistema de combustible*



*Nota.* Diagrama del sistema de combustible del motor tb3. Tomado de (Theodoridis & Kraemer, n.d.)

El sistema de combustible del motor garantiza el suministro continuo de combustible a la cámara de combustión del motor y regular el consumo de combustible de acuerdo con los regímenes de operación del motor y las condiciones de vuelo”(Mantenimiento, n.d.).

Controlar las válvulas de purga de aire, así como los álabes guía de entrada y las etapas I-IV del compresor. Transmitir la señal para interrumpir la marcha neumática SV-78BA durante el arranque del motor. Drenar la cámara de combustión y las juntas de los accesorios del sistema de combustible.

### ***Componentes del sistema de combustible***

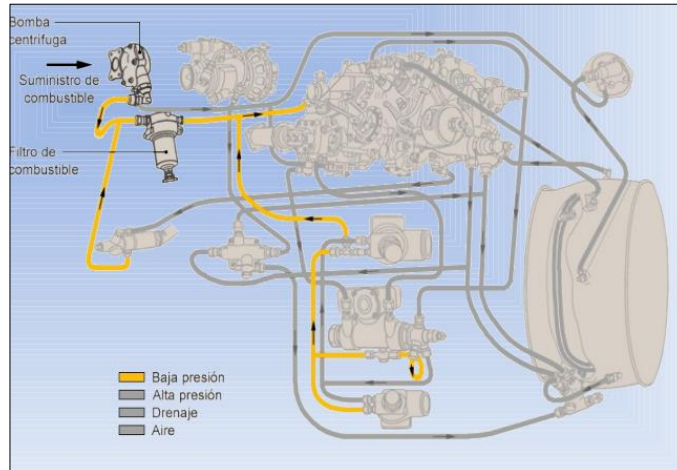
Suministro continuo de combustible al motor. Sistema de baja presión, diseñado para elevar la presión del combustible, limpiarlo y suministrarlo al sistema del circuito principal. Sistema de alta presión, destinado a suministrar combustible a la cámara de combustión, regular su consumo, controlar los mecanismos del compresor y cortar la marcha neumática, este sistema de alta presión constituye la parte hidráulica del sistema de regulación automática del motor (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

Sistema de drenaje, utilizado para evacuar el combustible infiltrado a través de las juntas de los accesorios, así como el combustible drenado desde la cámara de combustión y la válvula de presurización de aire (Mantenimiento, n.d.).

## Sistema de baja presión

**Figura 31**

*Sistema de baja presión*



*Nota.* Diagrama del sistema de combustible de baja presión. Tomado de (Theodoridis & Kraemer, n.d.)

El sistema de baja presión tiene la función de incrementar la presión del combustible, realizar su purificación y suministrarlo al sistema del contorno principal. Este sistema de baja presión comprende:

- Una bomba centrífuga de combustible DTSN-70A;
- Un filtro de combustible 8D2.966.236;
- Tuberías para el suministro de combustible al sistema de alta presión;
- Tuberías para el drenaje de combustible desde los accesorios del sistema de alta presión al sistema de baja presión.

Del sistema de combustible es suministrado a la entrada de la bomba, la cual eleva la presión del mismo, formando una diferencia de presión de 0,4 a 1,6 kg/cm<sup>2</sup>, y suministra el combustible al filtro de limpieza final, el combustible filtrado es suministrado a la entrada de la unidad de control de combustible (Fcu) Nr3vm (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

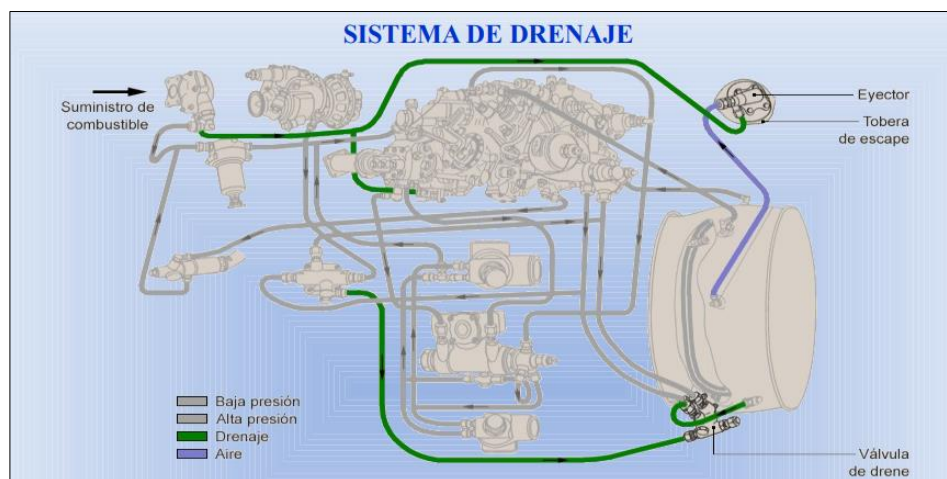
### **Sistema de drenaje**

El sistema de drenaje tiene la finalidad de extraer el combustible y el aceite que se filtran a través de las juntas de los accesorios, así como el combustible liberado desde la cámara de combustión y la válvula de presurización de aire, este sistema de drenaje está compuesto por una válvula de drenaje, un eyector y las tuberías correspondientes del sistema (Mantenimiento, n.d.).

El combustible y el aceite que se infiltran a través de las juntas de los accesorios son conducidos por medio de tuberías hacia el eyector, el cual facilita su eliminación hacia la tobera de escape del motor, el combustible, infiltrado a través de las válvula de presurización de aire, al igual que el combustible, descargado del colector de combustible a la cámara de combustión durante el proceso de paro, es expulsado del motor por la válvula de drenado (Mantenimiento, n.d.).

### **Figura 32**

*Esquema del sistema de drenaje*



*Nota.* Figura del sistema de drenaje del motor TB3. Tomado de (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*)

### **Sistema de alta presión**

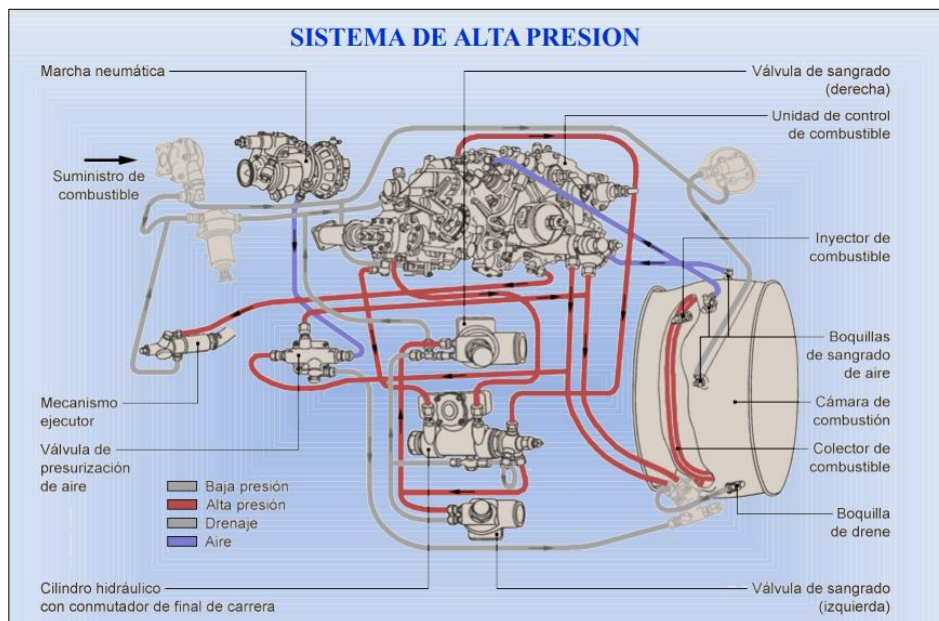
El sistema de alta presión tiene como objetivo suministrar combustible, regular el consumo de combustible en la cámara de combustión, supervisar los mecanismos del compresor y activar la interrupción de la marcha neumática SV-78BA (Mantenimiento, n.d.).

El sistema de alta presión incluye:

- La unidad de control de combustible (FCU) NR-3VM;
- Un colector de combustible con inyectores;
- Un cilindro hidráulico con selector terminal;
- Dos válvulas de sangrado de aire; - un mecanismo actuador IM-3A;
- Un conducto de aire;
- Una válvula de presurización (forma parte también del sistema de arranque);
- Una válvula de drene (forma parte también del sistema de drenaje), tuberías.

**Figura 33**

*Esquema del sistema de alta presión*



*Nota.* Figura del sistema de combustible de alta presión. Tomada de (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.*)

### ***Componentes del sistema de alta presión***

- Bomba de alimentación de combustible
- Filtro principal de combustible
- Unidad de control de combustible
- Conjunto de colector/boquilla de combustible
- Sistema de drenaje de combustible
- Regulador del motor
- Sistema limitador de temperatura
- Válvula de admisión de aire
- Válvula de cierre de emergencia

### ***Bomba-reguladora (FCU) NR-3VM***

La unidad de control de combustible Nr-3vm tiene como finalidad suministrar y dosificar el combustible en todos los regímenes operativos del motor, incluido el arranque, el combustible sirve como agente de trabajo para los mecanismos automáticos del FCU, la cantidad de combustible suministrada a la cámara de combustión está determinada por la posición de la aguja dosificadora principal, ya que la caída de presión del combustible en la ventana dosificadora de la aguja es mantenida por una válvula de diferencial constante de presión (Mantenimiento MOTOR TB3 -117, n.d.).

Cada uno de los reguladores de los regímenes preestablecidos supervisa la aguja dosificadora según la necesidad de suministrar la cantidad de combustible requerida para mantener la magnitud indicada del parámetro regulado, la desviación de cualquiera de los parámetros regulados, como un aumento, provoca la apertura incrementada de la válvula del regulador correspondiente (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS .*, n.d.).

Esto resulta en el desplazamiento hacia arriba de la aguja dosificadora principal y la reducción de la ventana dosificadora junto con la cantidad de combustible suministrado, hasta

alcanzar la magnitud que permite la restauración del parámetro regulado, en sentido contrario, cuando se produce una disminución del parámetro regulado, la válvula del regulador se cierra, la aguja dosificadora principal se desplaza hacia abajo y la ventana dosificadora aumenta, restableciendo así el equilibrio del parámetro regulado (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

Durante el arranque y la aceleración, el dispositivo automático de arranque y el dispositivo automático de aceleración controlan la posición de la aguja dosificadora principal conforme a la necesidad de limitar el suministro de combustible de acuerdo con los programas predefinidos (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

El limitador de gasto máximo de combustible regula el flujo de combustible a niveles extremos, acorde con la máxima potencia permitida. La válvula de presión mínima de combustible controla la posición de la aguja dosificadora principal durante las transiciones de régimen, con el objetivo de mantener una restricción constante en el gasto mínimo de combustible (Mantenimiento MOTOR TB3 -117, n.d.).

### Figura 34

*Bomba reguladora FCU NR-3VM*



*Nota.* Figura de la bomba reguladora del motor tb3. Tomado de (Mantenimiento, n.d.)

### **Funcionamiento del sistema de combustible del motor TB3-117**

El combustible ingresa del sistema del helicóptero hacia la entrada de la bomba centrífuga de combustible N/P: (Dtsn-70a) la bomba Dtsn-70a eleva la presión del combustible hasta el nivel requerido y lo suministra al filtro de limpieza fina, el combustible filtrado ingresa a la entrada de la unidad de control de combustible (Fcu) Nr-3vm (Mantenimiento MOTOR TB3 - 117, n.d.).

En la unidad de control de combustible, se produce un aumento en la presión del combustible, el cual es dosificado en consecuencia y se divide en dos flujos a través de la válvula de drenaje hacia los circuitos uno y dos del colector de combustible de los inyectores. Inicialmente, el suministro de combustible se realiza a través del primer circuito, y el combustible se dirige al segundo circuito en regímenes de funcionamiento que superan la marcha lenta (Mantenimiento, n.d.).

Con el fin de supervisar el funcionamiento de los accesorios y conjuntos del motor, el combustible de alta presión se suministra desde la unidad de control de combustible al mecanismo actuador IM-3A, la válvula de presurización y el cilindro hidráulico del motor. A su vez, este combustible ingresa a las válvulas de purga de aire (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

El combustible infiltrado por las juntas de los accesorios, es retirado por las tuberías del sistema de drene hacia el eyector y enseguida expulsado hacia la tobera de escape, el combustible, descargado de la cámara de combustión y la válvula de presurización durante el corte del motor, ingresa a la válvula de drene y a continuación es expulsado del motor (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS .*, n.d.).

### **Sistema de lubricación del motor**

Se utiliza para almacenar la cantidad necesaria de aceite de motor, lubricar los cojinetes del soporte del motor, cajas de accesorios y otras piezas de fricción, enfriarlas y descargar residuos de desgaste, el sistema de lubricación tiene las características técnicas para garantizar un funcionamiento fiable del motor durante toda su vida útil, cada motor tiene un



sistema de lubricación independiente y un tanque de aceite separado, el sistema de lubricación adopta un diseño de estructura cerrada, el aceite se ve obligado a circular y parte del aceite se enfría en el radiador de aceite (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

El motor se somete a un proceso de ventilación mediante el tanque de ventilación y una tubería exterior que se extiende fuera del helicóptero, el sistema de lubricación se llena con aceite sintético B-3V (o aceites según el listado aplicable) la medición de la presión y temperatura del aceite se realiza mediante el sistema EMI-3RI, en caso de que la presión caiga por debajo de los niveles normales, los indicadores de presión mínima de aceite emiten una señal a la correspondiente luz de advertencia, la detección de partículas extrañas en el sistema se lleva a cabo mediante los indicadores SS-78, que activan la luz de advertencia correspondiente (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS .*, n.d.).

### ***Componentes del sistema de lubricación del motor TB3-177V***

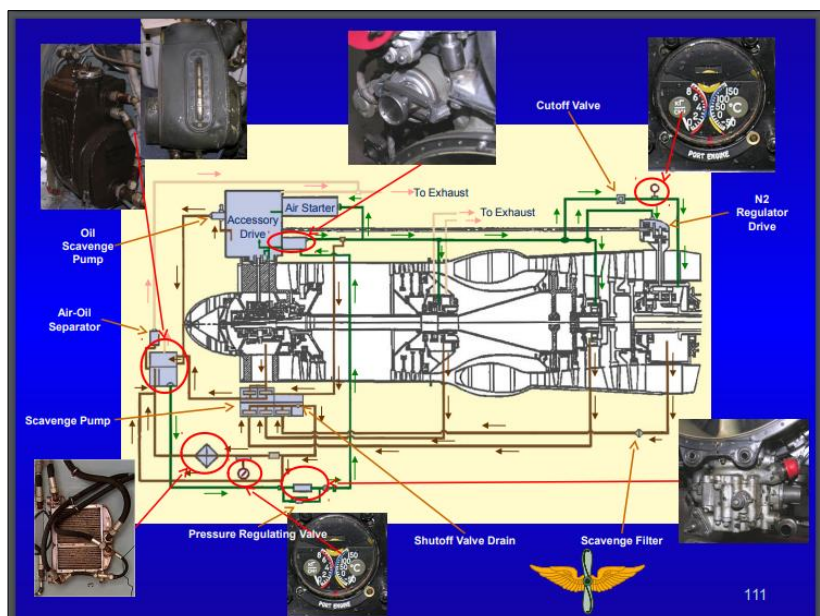
Cada motor tiene un motor independiente, auto contenido y completamente sistema de aceite automático, el sistema de aceite del motor lubrica y evacua el calor de los cojinetes de soporte del motor, transmisiones de accesorios y engranajes (Mantenimiento, n.d.).

Los componentes del sistema de aceite instalados en el motor incluyen:

- Unidad de bomba de aceite
- Bomba de barrido de aceite montada en la carcasa de transmisión de accesorios
- Filtro de aceite
- Tubería de aceite

## Figura 35

Diagrama del sistema de lubricación



Nota. Diagrama y figura de los componentes del sistema de lubricación. Tomada de (*Manual Del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS*., n.d.)

### **Funcionamiento del sistema de lubricación del motor TB3-177V**

El aceite del depósito de aceite fluye a través de la tubería del sistema de lubricación del helicóptero hacia la sección de presión de la bomba de aceite, que incluye una válvula de alivio para mantener la presión necesaria. Desde la sección de presión de la bomba MA-78, el aceite a presión se dirige a través de la tubería hacia el filtro de aceite (Theodoridis & Kraemer, n.d.).

Desde el filtro de aceite, el aceite purificado se distribuye a las siguientes áreas: la lubricación de la caja de accesorios, el soporte I y el accionamiento central; la lubricación de los soportes II, III, IV y V, el accionamiento del gobernador de las rpm de la turbina libre, la marcha neumática y los cojinetes del reductor de la bomba de aceite (Mantenimiento, n.d.).

De las secciones 3, 4 y 5 a través de la válvula de cierre N/P 3K-1, la válvula bypass, el aceite es enviado al radiador para enfriamiento y a continuación hacia el tanque de aceite de

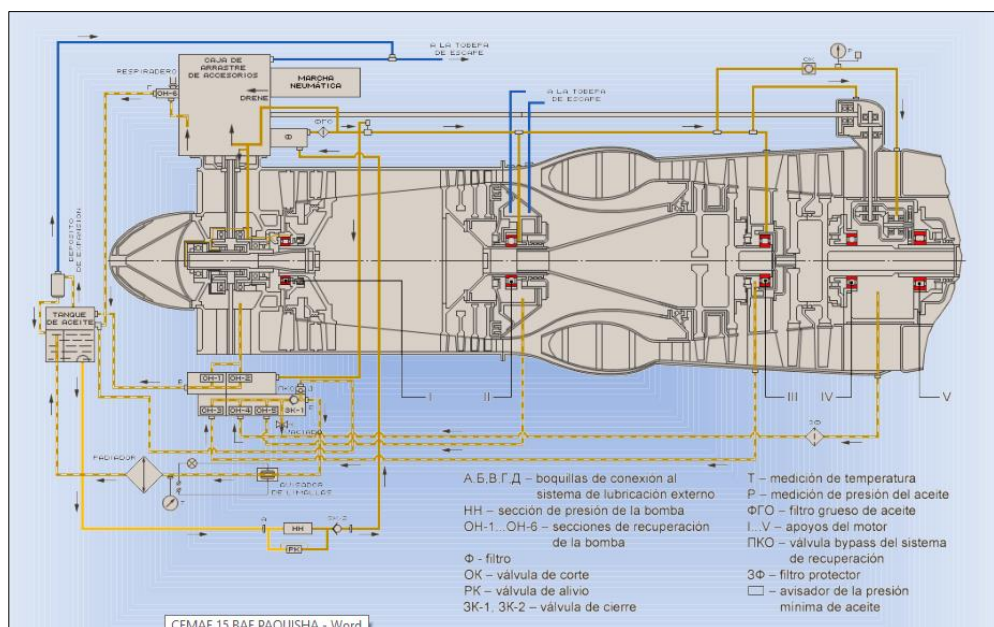
las secciones 3, 4 y 5 el aceite es enviado directamente al tanque de aceite sin pasar por el radiador, para mejorar la evacuación del aceite de los apoyos IV y V durante el corte de los rotores ha sido situado en la tubería de suministro de aceite a tales apoyos una válvula de corte, que cesa el suministro de aceite a los apoyos durante el proceso de corte y durante el arranque cuando se presenta una diferencia de presión en la válvula de aproximadamente 0,35 kg/cm<sup>2</sup> (Mantenimiento, n.d.).

Con el objetivo de prevenir el flujo de aceite desde el tanque hacia el motor durante el período de inactividad, la recirculación del aceite desde el soporte I y el mecanismo central se dirige hacia la parte superior del tanque de aceite mediante tuberías específicas. Además, en las salidas de las secciones de presión y recirculación, se han incorporado válvulas de cierre (3K-2 y 3K-1).

La medición de la presión del aceite se realiza a través del sensor de presión ID-8 en la tubería de suministro de aceite a los soportes IV y V, después de la válvula de cierre. En este mismo punto, se ubica el indicador de presión mínima MSTV-2,5 (Mantenimiento, n.d.).

**Figura 36**

*Sistema de lubricación*



*Nota.* Diagrama del sistema de lubricación. Tomada de (*Manual Del Motor TB3-117*

*ISTRUYENDO MECANICOS ., n.d.)*

### ***Aceite del motor del sistema de lubricación.***

La casa fabricante menciona muchas marcas de aités sintéticos con las que podemos trabajar en la cual hablaremos del aceite Mobil Jet Oil 254 N/P: MIL-PRF-23699F-HTS. Es un aceite de aviación sintético diseñado para cumplir con los requisitos de rendimiento específicos de los motores a reacción que tiene como función proporcionar una lubricación eficiente y confiable para motores de aviones a reacción, ayudando a reducir la fricción y el desgaste y ayudando a lograr un rendimiento óptimo del motor.

### **Figura 37**

*Marcas de aceites mencionadas por la casa fabricante*

Marca	Especificación	País, fabricante
Mobil Jet Oil 254	MIL-PRF-23699F-HTS	USA Exxon Mobil
Mobil Jet Oil II	MIL-PRF-23699F-STD	USA Exxon Mobil
Turbonycoil 525-2A	MIL-PRF-23699	Francia NYCO
Turbonycoil 600	MIL-PRF-23699	Francia NYCO
Castrol 599 (Turbonycoil 699)	DEF STAN 91-100	USA, Air BP Francia NYCO
Castrol 5000	MIL-PRF-23699F-STD DEF STAN 91-101	USA Air BP
BP Turbo Oil 2380	Mil-PRF-23699F DEF STAN 91-101	USA Air BP
BP Turbo Oil 25	DOD-L-85734	USA Air BP
Turbonycoil 35M	DEF STAN 91-98	Francia NYCO
Castrol 98 Turbonycoil 98	DEF STAN 91-98	USA Air BP Francia NYCO
HP-926	GJB 3460-1998	China

*Nota.* Marcas de aceites sintéticos. Tomados de (*Mantenimiento MOTOR TB3 -117, n.d.)*

### ***Características del aceite del motor***

Alta estabilidad térmica: Diseñado para mantener el rendimiento a altas temperaturas comunes en entornos operativos de motores de aeronaves.

Propiedades antioxidantes: Ayuda a prevenir la oxidación y la formación de depósitos, lo cual es esencial para mantener el rendimiento del motor.

Baja viscosidad a bajas temperaturas: Facilita el arranque a bajas temperaturas.

Regulaciones de la industria: Mobil jet™ Motor Oil 254 cumple con varias regulaciones y especificaciones de la industria de la aviación, incluidas las especificaciones de la Administración Federal de Aviación (FAA) de EE. UU.

### ***Preservación de motores en aviación***

La preservación del motor TB3 se realiza de acuerdo a que los motores estarán en almacenamiento, la preservación de un motor puede variar de acuerdo al tiempo de inactividad va a quedar la aeronave, ya sea de una semana incluso meses.

De acuerdo al manual de mantenimiento la preservación de los motores se le realiza cuando el helicóptero entra en overhaul o más conocido como la gran parada dicha actividad se realiza al momento de que la aeronave entra en mantenimiento completo, se realiza mantenimientos de las hélices, rotores principales, fuselaje, trenes de aterrizaje, y todos sus sistemas de la aeronave. En la cual se mejoró el diseño y la funcionalidad del dispositivo PBM-1.

### ***Finalidad de la preservación del motor TB3-117***

La finalidad de preservar los motores no solo garantiza su funcionalidad y eficiencia a largo plazo, sino que también contribuye a mantener su valor y ahorra costos significativos en mantenimiento o reemplazo.

Preservar los motores tiene varios propósitos importantes tales como: Mantenimiento prolongado: Al preservar los motores, se extiende su vida útil al evitar el deterioro por falta de uso, corrosión u otros daños que podrían surgir con el tiempo. Conservación del valor: Los motores bien preservados conservan su valor. Esto es esencial en contextos como la industria aeronáutica, naval o de automoción, donde los motores representan una parte significativa del valor de un vehículo o equipo.

Eficiencia y rendimiento: La preservación adecuada puede ayudar a mantener la eficiencia y el rendimiento óptimo del motor. Esto es clave, ya que motores en buenas

condiciones funcionan de manera más efectiva y consumen menos combustible. Preparación para el uso futuro: En muchos casos, especialmente en el ámbito militar o de transporte, los motores se preservan para su uso en el futuro. Mantenerlos en condiciones óptimas garantiza que estén listos para su utilización cuando se necesiten. Reducción de costos: La preservación adecuada puede reducir los costos a largo plazo al evitar reparaciones costosas o la necesidad de reemplazar motores debido a daños irreparables.

### **Restauración del dispositivo PBM-1**

El dispositivo PBM-1 se encontró con averías tanto que no se podía realizar la tarea de preservación, de manera que como estudiante de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE sede Latacunga, se tomó la cordial disposición de reparar y restaurar el equipo, dejando en sus más óptimas condiciones de trabajo ya que no solo se ocupara para un tipo de motor sino también para las diferentes áreas de preservación que tiene el centro de mantenimiento CEMAE.

### ***Mantenimiento del dispositivo PBM-1***

Debido a que todos sus componentes se encontraban en estado de deterioro se procedió a desmantelar cada una, con la ayuda de algunas herramientas se comenzó a quitar primero los cables que estaban en mal estado, se retiró la bomba interna que tus piezas estaban ya desgastadas y con humedad, el interruptor que tenía la conexión de fases incorrectas dando una mala cantidad de corriente al equipo.

### ***Proceso de lijado del dispositivo PBM-1***

Debido que la pintura estaba tan deteriorada y causa a ello entraba humedad dentro del tanque de almacenamiento donde aloja el aceite de preservar, se empezó a quitar la pintura vieja con una lija número 80, se lijo todos los bordes y lados del dispositivo preparándolo para poner una nueva capa de pintura.

### ***Restauración del dispositivo PBM-1***

Una vez que toda la pintura de retiro se comenzó a sellar cada agujero donde se encontraba fugas de aceite, a su vez se realizó estudios profundos para la instalación de una nueva bomba externa dando más espacio a más cantidad de aceite en el tanque de almacenamiento, se instalaron ruedas para su mejor manejo, se instaló una nueva estructura para la colocación de la bomba externa, y se realizó una nueva instalación eléctrica.

### ***Proceso de pintura del dispositivo***

Una vez echa todas las pruebas necesarias que el equipo funcione correctamente ya se procede a pintar cada parte del dispositivo, teniendo en cuenta el procedimiento que se realiza para tener un buen acabado de pintura.

### ***Proceso de armado del dispositivo***

Una vez teniendo todo el equipo listo se procede armar cada uno de sus componentes para el uso del trabajo que se asigne a al equipo, teniendo en cuenta cada detalle que es lo que le diferencia al antiguo equipo.

### **Fluidos para conservar el motor**

#### **Figura 38**

*Aceite de preservación*



Los fluidos utilizados para conservar motores aeronáuticos están diseñados para protegerlos durante períodos de almacenamiento prolongado o inactividad. Algunos de los fluidos comunes son:

- **Aceite de preservación:** Este aceite está formulado específicamente para proteger las partes internas del motor contra la corrosión durante el almacenamiento. Suele tener aditivos especiales para formar una capa protectora en las superficies metálicas y evitar la oxidación.
- **Aceite anticorrosivo:** Similar al aceite de preservación, el aceite anticorrosivo protege las partes metálicas del motor contra la corrosión. Se aplica en las superficies expuestas para evitar que el óxido y otros elementos dañinos afecten las piezas.
- **Aceite lubricante especial:** A veces, se utiliza un aceite lubricante específico para motores aeronáuticos durante el almacenamiento. Este aceite está diseñado para mantener las partes móviles del motor lubricadas y protegidas contra la corrosión.
- **Agentes desecantes:** Además de los aceites protectores, se pueden utilizar agentes desecantes para controlar la humedad dentro del motor. Estos agentes absorben la humedad del aire, reduciendo así la posibilidad de corrosión.
- **Combustible con aditivos protectores:** En algunos casos, se emplea combustible con aditivos especiales diseñados para prevenir la corrosión en los sistemas de combustible y motores durante el almacenamiento.

### **Tiempos de conservación de los motores**

El tiempo de conservación de motores aeronáuticos puede variar dependiendo de varios factores, como el tipo de motor, su estado, el ambiente de almacenamiento y las técnicas de preservación utilizadas. Sin embargo, se pueden seguir algunas pautas generales:

**Corto plazo (varios meses a un año):** Si se siguen prácticas adecuadas de preservación, los motores pueden conservarse durante varios meses sin mayores problemas. Esto implica el



uso de aceites protectores, agentes desecantes y otros métodos para evitar la corrosión y el deterioro.

Mediano plazo (1 a 5 años): Conservar un motor por un período de 1 a 5 años puede requerir una atención más meticulosa. Se deben seguir las instrucciones del fabricante para el almacenamiento a largo plazo, lo que puede implicar rotar manualmente las partes móviles, realizar inspecciones periódicas y, posiblemente, reemplazar los fluidos de preservación.

Largo plazo (más de 5 años): Algunos motores pueden conservarse durante períodos más largos, pero esto implica un mantenimiento más intensivo. Es probable que se requiera una revisión y mantenimiento más profundo a intervalos específicos para garantizar que el motor esté en condiciones óptimas para su uso futuro.

Los motores de los helicópteros están diseñados para ser almacenados durante períodos prolongados si se siguen los procedimientos de acuerdo al manual de mantenimiento. Sin embargo, cuanto más tiempo se conserven, mayor será la necesidad de inspecciones periódicas, mantenimiento y posiblemente reemplazo de piezas clave para garantizar su buen funcionamiento cuando se vuelvan a utilizar. Es importante seguir las recomendaciones del fabricante y, si es posible, contar con la supervisión de expertos en la conservación de motores aeronáuticos (Mantenimiento, n.d.).

### **Diferencias entre aceite de lubricación y aceite de preservación**

#### **Tabla 4**

*Diferencias entre el aceite de lubricación vs aceite de preservación*

<b>Diferencias entre aceite de lubricación vs aceite de preservación</b>	
<b>Aceite de lubricación</b>	<b>Aceite de preservación</b>
Mobil Jet Oil 254	Turbonoycoil 321 (MC-8PK)
N/P: MIL-PRF-23699F-HTS	N/P: AIR 3515/B

### Diferencias entre aceite de lubricación vs aceite de preservación

---

<p>El aceite de lubricación se utiliza para reducir la fricción y el desgaste entre las superficies móviles de maquinaria en funcionamiento</p>	<p>El aceite anticorrosión se utiliza principalmente para proteger equipos y maquinaria durante el almacenamiento a largo plazo o fuera de servicio</p>
<p>Este tipo de aceite está formulado para proporcionar propiedades lubricantes, reducir la fricción, disipar el calor y proteger contra el desgaste. Puede contener aditivos específicos según la aplicación.</p>	<p>El aceite anticorrosión se utiliza principalmente para proteger equipos y maquinaria durante el almacenamiento a largo plazo o fuera de servicio.</p>
<p>Se utiliza en motores, engranajes, cojinetes y otros componentes mecánicos que requieren lubricación para un funcionamiento suave y eficiente.</p>	<p>Normalmente se aplica a herramientas, maquinaria industrial, piezas metálicas y equipos que pueden estar expuestos a condiciones ambientales adversas durante el almacenamiento.</p>
<p>Es importante utilizar el tipo correcto de aceite según las necesidades específicas de la maquinaria y las condiciones de operación.</p>	<p>En resumen, mientras que el aceite de preservación se centra en proteger contra la corrosión y el deterioro durante períodos de inactividad</p>

---

*Nota.* Diferencias entre aceite de lubricación y aceite de preservación.

## Capítulo III

### Desarrollo del tema

#### **Preservación del sistema de combustible del motor TB3 -117**

El Motor TB3 es la célula principal en el helicóptero ya que cuenta con muchas características que le favorece a las Fuerzas Armadas Del Ecuador, es el centro de mantenimiento 15 BAE PAQUISHA, el helicóptero M.I 117 tiende a ser muy económico en combustible y son ejercidas en trabajos muy sofisticados y puede entrar a lugares con poca accesibilidad. Ya que el helicóptero es muy forzado a trabajos, su mantenimiento es muy importante de las cuales son sometidas a barias inspecciones de las cuales pueden durar semanas o inclusive meses de acuerdo como otorgue el manual de mantenimiento.

De acuerdo al tiempo de mantenimiento que se va a realizar la aeronave se procede hacer una inspección teniendo en cuenta el tipo de mantenimiento, de acuerdo a que nos concede el manual si desmontamos el motor de la aeronave o quedarse instalado en el helicóptero según el ATA 072-00-00 del manual de mantenimiento

De acuerdo al resultado de las inspecciones que se procede a tomar medidas en el mantenimiento, de las cuales tenemos dos puntos a realizar una preservación con el motor instalado en la aeronave y la siguiente preservación que se realizará será el motor desmontado y almacenado en el taller de motores de la Brigada 15 BAE PAQUISHA

La preservación del sistema de combustible debe realizarse antes de las 24 horas desde el momento de vaciado del combustible del sistema. Durante la preservación del sistema de combustible la llave de incendios (de cierre) debe estar cerrada.

#### **Preservación del Motor TB3**

La preservación del sistema de combustible del motor instalado en el helicóptero con la ayuda del dispositivo de preservación se realiza conforme a los puntos 2 y 3 de acuerdo al ata 073.00.00 Pág. 203. Se permite preservar el sistema de combustible del motor instalado en el

helicóptero, con la ayuda del dispositivo PBM-1 conforme a las “Instrucciones tecnológicas” adjuntas a fotografías.

### **Figura 39**

*Inspección del motor TB3*



La actual preservación se va a realizar debido a que las palas del rotor principal cumplieron sus 250 horas de vuelo, de acuerdo al libro de mantenimiento de acuerdo 073.00.00 Registro De Revisiones Pág. 1, en la cual el motor estará inactivo durante 2 meses, de la cual es necesario realizar la preservación del motor.

### **Preparación del área de trabajo**

Se procedió a requerir todas las herramientas y materiales para realizar la preservación del sistema de combustible. El motor tiene que estar totalmente apagado con 24 horas de enfriamiento para que el aceite este en la parte inferior para que próximamente ser vaciado del motor de acuerdo al 073.00.00, Pág. 203.

**Figura 40**

*Recipiente para vaciar el combustible*



Con la instrucción del manual de operación de la aeronave M.I 171 se procede a drenar todo el combustible que se encuentra en el sistema, colocándonos por la parte inferior de la aeronave y ubicándonos justo en el punto donde se drena el combustible, colocamos el balde debajo del punto y procedemos a quitar el seguro y así el combustible empieza a caer por gravedad al recipiente.

**Figura 41**

*Herramientas utilizadas para preservar el sistema de combustible*



## Remoción del filtro de combustible

Guiándonos con el manual de mantenimiento, se retiró el filtro de combustible del motor ya que estos son componentes consumibles, que se va reemplazando en cada hora cumplida, ya que en este caso vamos a realizar la preservación, con esto alargamos tiempo de vida de los componentes que conforman el sistema, así evitando que se quede impurezas del combustible de acuerdo al ATA 073.12.05, c.t. N° 604 y al ATA 073.11.04, c.t. N° 204 o c.t. N° 205.

### Figura 42

*Filtro del sistema del combustible. Instalado en el motor*



Si los filtros de combustible han sido recién reemplazados, y la aeronave se encuentra en un estado de detención por cualquier mantenimiento ya sea rutinario o por horas de vuelo, los filtros ver 073.12.05, c.t. N° 604, fueron instalados hace unos días atrás se procede a realizar un lavado al vacío para volver a reutilizarlos de acuerdo al ata 73-00-00 página 203.

**Figura 43**

*Lavado de filtros de combustible*

**Cierre de la válvula del paso de combustible del Motor TB3**

Guiándonos en el manual de mantenimiento se procede a cerrar la llave de paso o corte de combustible (válvula suthoff) que se encuentra ubicado en la parte superior de la aeronave junto al motor, la válvula de corte cumple la función que no ingrese el combustible desde el tanque de almacenamiento hacia el motor, evitando el derrame de combustible de acuerdo al ata 072.30.00, carta tecnológica 201).

**Figura 44**

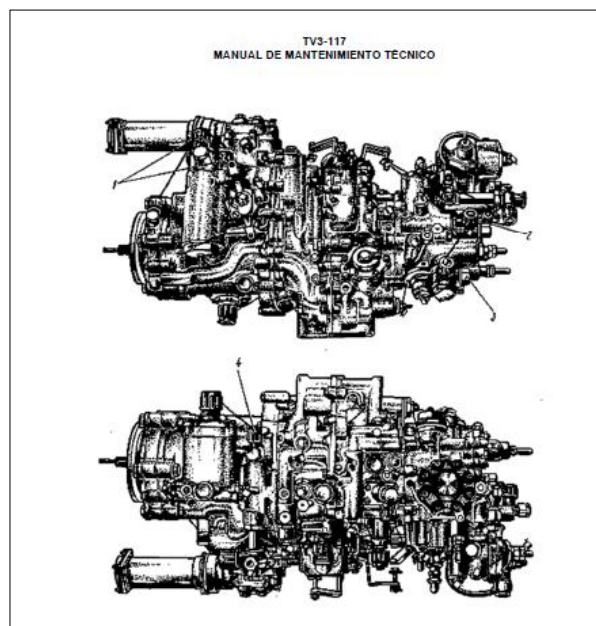
*Procedimiento de corte de combustible desde la válvula de paso*



**Conexión de las cañerías de preservación de racores**

**Figura 45**

*Racores para del drenaje de combustible*



Nota. Tomado de (Mantenimiento MOTOR TB3 -117, n.d.)



**Figura 46**

*Cañería de preservar racores del motor de la conexión punto 1 y 2*



Se conectó las cañerías de preservación que conecta del punto 1 al punto 2 contorno de los inyectores ver 072.00.00, fig. 301, así como el dispositivo para la descarga de aire a la válvula (3) del control de combustible de acuerdo al ata 073.00.00 Pág. 204.

**Figura 47**

*Conexión de la manguera de racores del punto 1 al 2*



Prepare el dispositivo para la preservación, llene el tanque de aceite del dispositivo mínimo con 8L de aceite de preservación Royco 481 N/P: MIL-PRF-8081, calentado a una temperatura de +(60-80) °C. Verifique que el dispositivo se encuentre totalmente hermético y limpio de acuerdo al ata 073.00.00 Pág. 204.

### Figura 48

*Aceite de almacenamiento requerido por el fabricante.*



### Arranques falsos del motor tb3 de acuerdo a la carta tecnológica N° 503

Se enciende el motor del dispositivo, y se verifico mediante un manómetro si ejerce la presión adecuada para que se ejecute el trabajo, dando a entender que si al momento que deje de salir combustible empieza a fugar aceite de preservación esta realizado el trabajo de acuerdo al ata 073.12.05. en las páginas 509...512.

**Figura 49**

*Manómetro instalado en el dispositivo PBM-1.*



Se realizó de tres a cuatro arranques falsos del motor ver 072.00.00, c.t. 503, antes de cada arranque se mueve de un lado a otro las Guías Estatoras del compresor 072.30.00, c.t. 201.ejerciendo la fuerza necesaria para expulsar todo el combustible que se encuentran en las cañerías. Ejerciendo una mejor preservación drenando restos de combustible que puedan corroer los componentes del motor.

**Figura 50***Panel de control***Abastecimiento de aceite de almacenamiento Royco 481**

Terminado de drenar sistema de combustible y se verifica que esté completamente vacío se conectó la manguera de preservación del dispositivo PBM-1 al punto de drenaje del motor para poder preservar el sistema mandando aceite de almacenamiento designado por el fabricante de acuerdo al ata 072.00.00 ANEXO 4 Pág. 4, de la aeronave se procede abastecer el sistema de combustible hasta la medida que nos indique el manual, guiándonos en las mediciones que tiene el tanque del motor.

**Figura 51**

*Colocación de la manguera para preservar*



Al momento de culminar con la preservación del sistema de combustible se procede a realizar los siguientes pasos:

Cierre la válvula de corte del motor y apague el motor del dispositivo de preservación de acuerdo al ata 073.00.00 Pág. 204 carta tecnológica 202.

**Figura 52**

*Frenado de la válvula de corte*



Retire el dispositivo de descarga de aire y la manguera de preservación del canal del segundo contorno de los inyectores, luego instale el tapón y la tapa protectora lavados

previamente con bencina limpia o kerosene de acuerdo a la ata 073.00.00 Pág. 204 del manual de mantenimiento.

### **Figura 53**

*Verificación de fugas de aceite del tapón*



Desconecte la manguera del dispositivo de preservación del acople de preservación. Previamente visualizado si no hay cantidades de aceite de almacenamiento en el la manguera 073.00.00 Pág. 204.

### **Preservación del motor TB3 almacenado en taller**

La preservación contempla la protección del sistema de combustible del motor contra la corrosión durante el tiempo de almacenamiento del mismo. Se realiza la preservación del sistema de combustible con aceite de almacenamiento. Las marcas de aceite utilizadas se muestran en 072.00.00, Motor – Mantenimiento.

**Figura 54***Motor desmontado del helicóptero M.I*

En este orden de trabajo el helicóptero ingresa a mantenimiento por overhaul que tiende a durar 5 meses, de las cuales se realizarán una inspección y unas reparaciones a todos los sistemas, los rotores principales y secundarios a su vez una inspección detallada de los trenes de aterrizaje de la cual es necesario desmontar el motor de la aeronave, y poner en almacenamiento.

Siguiendo las instrucciones del manual de mantenimiento ata 73-00-00, con la ayuda de los encargados y jefes de cada taller de la brigada se procedió a desmontar cuidadosamente el motor tb3 del helicóptero teniendo en cuenta las normativas de seguridad. Así dando facilidad a los técnicos designados de cada sistema realizar sus trabajos de acuerdo al ata 073.02.00 Pág. 201.

**Figura 55**

*Desmontaje del motor TB3 del helicóptero M.I-117*



El motor es dirigido al taller de mantenimiento de motores de la Brigada las cuales cumplen con todas las normativas para almacenar un motor, se procede una breve inspección visual, y de acuerdo al ata 073.00.00 (carta tecnológica 202) Pág. 203 del manual de mantenimiento se proceder a preservar el motor

De las cuales se utilizará las siguientes herramientas materiales para realizar el trabajo:

- Balde
- Aceite de preservación
- Manguera 7818.0130
- Alicates
- Llave especial S = 12x14
- Llave especial S = 19x22
- Dispositivo PBM-1



Dirigiéndonos con el manual de mantenimiento se drena los residuos de combustible que se quedó en el sistema de combustible, lo encontramos en la bomba de combustible o en el FCU de acuerdo a la ata 073.12.05, c.t. N° 604 dejando así todas las cañerías limpias para abastecer el nuevo aceite de almacenamiento (Royco 481 N/P: MIL-PRF-8081).

### Figura 56

*Punto del drenaje del FCU*



Se procede a lavar la manguera de preservación del canal del segundo contorno de los inyectores, el dispositivo para la descarga de aire y la manguera de preservación. Se presurizo con aire comprimido de acuerdo al ata 073.00.00 (carta tecnológica 202) Pág. 203.

**Figura 57***Manguera de preservar racores*

Se conectó la manguera de preservación del canal del segundo contorno de los inyectores a los racores (1) y (2), y el dispositivo para descarga de aire a la válvula (3) del control de combustible de acuerdo al ata 073.00.00 (carta tecnológica 202) Pág. 203.

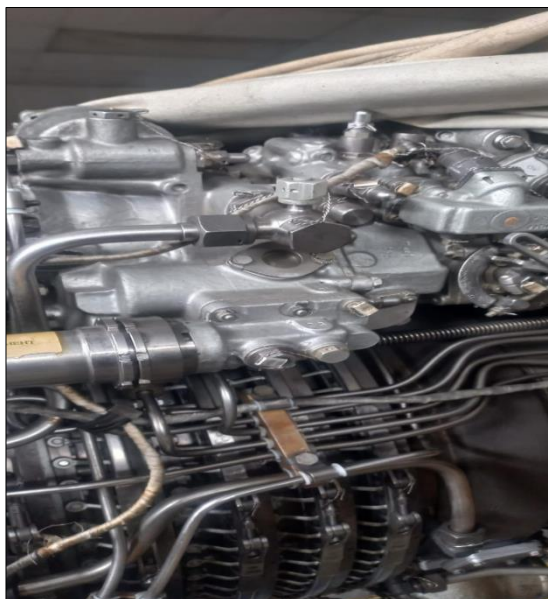
**Figura 58***Conexión de la manguera de racores punta A al punto B*

De la misma manera se procede a llenar el dispositivo con el aceite de almacenamiento la marca designada por el fabricante del motor (Royco 481 N/P: MIL-PRF-8081).

Teniendo todos los materiales listos procedemos a conectar en el punto del drenaje de la bomba ver 073.12.05, c.t. N° 604 y conectamos el dispositivo PBM-1, se enciende el dispositivo tenemos que estar muy atentos a la salida de la bomba de control de combustible, verificamos el aceite se drene y procedemos a apagar el dispositivo.

### **Figura 59**

*Conexión de la entrada del control de combustible*



### **Preservación del sistema de lubricación del motor TB3 -117**

La preservación del sistema de lubricación del motor TB3 se realiza antes de que el motor se desmonte de la aeronave ya que algunos componentes principales están conectados directa e indirectamente de acuerdo al manual de operación del fabricante de acuerdo al ata 072.90.00 Pág. 201/202

Preserve el sistema de lubricación con aceite de la misma marca del fabricante con el cual trabaja el motor de acuerdo al ata 072.00.00 ANEXO 4 Pág. 3.

**Figura 60**

*Marcas de aceites nombradas por el fabricante del motor TB3*

3. Aceites para uso operacional (análogos de ПЗ-240 y Б-3В):

Marca	Especificación	País, fabricante
Mobil Jet Oil 254	MIL-PRF-23699F-HTS	USA Exxon Mobil
Mobil Jet Oil II	MIL-PRF-23699F-STD	USA Exxon Mobil
Turbonycoil 525-2A	MIL-PRF-23699	Francia NYCO
Turbonycoil 600	MIL-PRF-23699	Francia NYCO
Castrol 599 (Turbonycoil 699)	DEF STAN 91-100	USA, Air BP Francia NYCO
Castrol 5000	MIL-PRF-23699F-STD DEF STAN 91-101	USA Air BP
BP Turbo Oil 2380	Mil-PRF-23699F DEF STAN 91-101	USA Air BP
BP Turbo Oil 25	DOD-L-85734	USA Air BP
Turbonycoil 35M	DEF STAN 91-98	Francia NYCO
Castrol 98	DEF STAN 91-98	USA Air BP
Turbonycoil 98		Francia NYCO
HP-926	GJB 3460-1998	China
Aeroshell Turbine Oil 560	MIL-PRF-23699	Bran Bretana, Shell Aviation ltd
Aeroshell Ascender	SAE AS5780	Bran Bretana, Shell Aviation ltd

No preserve el sistema de lubricación si el motor después del último cambio de aceite tiene menos de 5 horas de tiempo de operación de acuerdo al ata 072.90.00 Pág. 201.

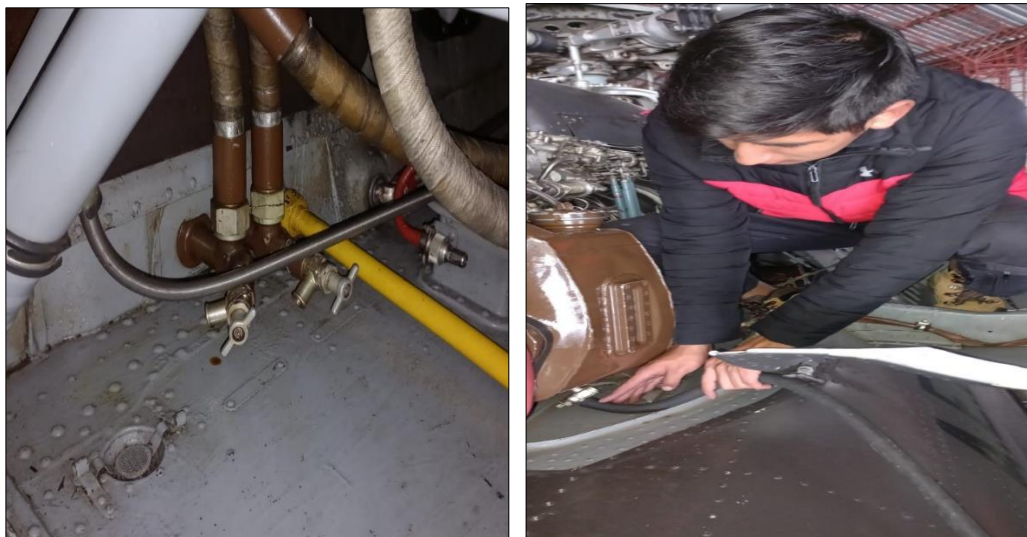
Se preserve el sistema de aceite del motor instalado en el helicóptero conforme a los puntos 2...6 o con ayuda del dispositivo PBM-1, tanto con el motor instalado o sin instalar en el helicóptero según el punto 7 de acuerdo al ata 072.90.00 Pág. 203 carta tecnológica 202.

**Figura 61**

*Motor TB3 instalado en el helicóptero MI.117*



Con la ayuda del manual de operación y las cartas de trabajo se logró ubicar las cañerías de fuga del aceite en la cual se drena todo el caite que se encuentre tanto dentro del motor y a su vez afuera en los sistemas de lubricación. Dando a entender que todo el caite que está en mal estado de acuerdo al manual de mantenimiento ver ATA 080.12.00, T.K. No. 205.

**Figura 62***Puntos de drenaje de aceite del radiador*

Con la ayuda de la gravedad el aceite empieza a caer atreves de la manguera y en la parte inferior de la aeronave en donde se almacena en un recipiente, posteriormente el aceite es insertado en una cisterna de la brigada.

**Figura 63***Recipiente del aceite utilizado*

De la misma manera con la ayuda del manual de operación se procedió a seguir las instrucciones, se lava los filtros hasta que el motor vuelva a estar en funcionamiento y colocarlos los mismos en el motor ver ATA 072.90.02, T.K. No. 202.

**Figura 64**

*Lavado de filtros de aceite del motor*



Se abasteció el aceite Mobil Jet Oil 254 MIL-PRF-23699F-HTS en el tanque del helicóptero hasta la marca "11" (LLENO) de acuerdo al Manual de operación del helicóptero, teniendo en cuenta los puntos requerimientos de acuerdo T.K. No. 207.N/P: B-3V o LZ-240.

**Figura 65**

*Tapa del almacenamiento del aceite del motor*



El aceite debe cumplir con las especificaciones. No se permite emplear para preservación aceite regenerado o utilizado. En caso de haber humedad en el aceite, antes de la preservación deberá calentarse hasta una temperatura de + (110-120) °C hasta que cese la formación de espuma. Repita la prueba para verificar la presencia de humedad.

### **Figura 66**

*Colocación del aceite en el motor Mobil Jet Oil 254*



Se ejecutó el arranque del motor y dejamos que opere de 3...5 min en mínimas y párelo de acuerdo al ata 072.00.0 Pág. 505-508 CARTA TECNOLÓGICA No. 501. Para evitar la salpicadura de combustible desde el ducto de escape con posible ignición al arranque, inmediatamente antes del arranque drene el combustible del tanque de drenaje.

Después de un parqueo prolongado del helicóptero (superior a 7 días), antes del arranque realice el giro en frío del motor para el bombeo de aceite desde el motor hacia el tanque de aceite, verifique el nivel de aceite y sí se requiere complete el llenado. Para evitar



salpicadura de aceite a la tobera de escape durante el arranque, no se permite que el nivel de aceite en el tanque exceda los 11 litros.

**Figura 67**

*Panel de instrumentos para el arranque del motor*



## Capítulo IV

### Conclusiones y recomendaciones

#### Conclusiones

- Recopilar la información necesaria para la preservación del motor tb3 del helicóptero M.I-117 acorde a la tarea de mantenimiento y datos de técnicos, con beneficio a la ejecución de cada uno de los ítems de la tarea de mantenimiento mediante los materiales adecuados para la preservación del motor.
- Enfatizar una inspección mediante la carta tecnológica No. 202 ata 72.90.00 del sistema de lubricación al motor TB3 y se implementó una guía con las especificaciones y datos importantes para su correcta preservación y almacenaje.
- Verificar los ítems técnicos de la carta tecnológica No. 202 ata 73.00.00 del sistema de combustible del motor tb3, y se ejecutó cada trabajo detalladamente siguiéndonos en el orden de trabajo que nos ejerció la brigada.
- Sugerir que motores los TB3 se almacenaran en un sitio más adecuado para proteger la preservación de este, ya que la brigada no consta con talleres sofisticados para el almacenamiento.

**Recomendaciones**

- Sugerir una mejor traducción técnica al recopilar toda la información esencial para preservar el motor, designándonos manuales actualizados y la especificación de las herramientas a utilizar, con el objetivo de prevenir conflictos durante las actividades de mantenimiento.
- Proponer que la inspección se realice en un entorno bien iluminado y con el tiempo suficiente para cumplir con los requisitos de cualquier trabajo, evitando así posibles accidentes e incidentes que pueden ser presentados.
- Indicar después de cada trabajo realizado ya sea en el taller asignado, plataforma o a su vez en el hangar se debe realizar una lista de verificación de las herramientas y materiales ya que se pueden generar daños a la aeronave.

## Glosario

Válvula de drenaje

Bomba centrífuga de combustible

Rueda libre en la transmisión

Álabe del rotor

Turbina libre

Presión de aceite

Presión de combustible

Turbocompresor

Carta tecnológica

Mantenimiento

Preservación

Panel de control

## Bibliografía

- Ecuatoriano Ejercito. (2019). Centro De Estudios Históricos. *El Colegio de México*, 37–40.  
<https://doi.org/10.2307/j.ctvckq2rp.4>
- Ecuatoriano Ejercito. (2019). Centro De Estudios Históricos. *El Colegio de México*, 37–40.  
<https://doi.org/10.2307/j.ctvckq2rp.4>
- Federal Aviation Administration. (2018). *Aviation Maintenance Technician Handbook-General*.  
 2/5/5-2/5/10. [www.faa.gov](http://www.faa.gov).
- Federal Aviation Administration. (2018). *Aviation Maintenance Technician Handbook-General*.  
 2/5/5-2/5/10. [www.faa.gov](http://www.faa.gov).
- Federal Aviation Administration. (2018). *Aviation Maintenance Technician Handbook-General*.  
 2/5/5-2/5/10. [www.faa.gov](http://www.faa.gov).
- Federal Aviation Administration. (2018). *Aviation Maintenance Technician Handbook-General*.  
 2/5/5-2/5/10. [www.faa.gov](http://www.faa.gov).
- Mantenimiento, M. D. E. (n.d.). *MOTOR TURBOEJE TB 3-117 MANUAL*. 117.
- Mantenimiento MOTOR TB3 -117, M. D. E. (n.d.). *Motor Turboeje Tε 3-117 Manual*. 117.  
*Manual del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS* . (n.d.).
- Mantenimiento, M. D. E. (n.d.). *MOTOR TURBOEJE TB 3-117 MANUAL*. 117.  
*Manual del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS* . (n.d.).
- Theodoridis, T., & Kraemer, J. (n.d.). *MANUAL DE ISTRUCCION DEL HELICOPTERO MI 171*.
- Mantenimiento, M. D. E. (n.d.). *MOTOR TURBOEJE TB 3-117 MANUAL*. 117.
- Mantenimiento MOTOR TB3 -117, M. D. E. (n.d.). *Motor Turboeje Tε 3-117 Manual*. 117.  
*Manual del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS* . (n.d.).
- Mantenimiento, M. D. E. (n.d.). *MOTOR TURBOEJE TB 3-117 MANUAL*. 117.  
*Manual del Motor TB3-117 ISTRUYENDO MECANICOS* . (n.d.).

Theodoridis, T., & Kraemer, J. (n.d.). *MANUAL DE INSTRUCCION DEL HELICOPTERO MI 171.*

Theodoridis, T., & Kraemer, J. (n.d.). *MANUAL DE INSTRUCCION DEL HELICOPTERO MI 171.*

Theodoridis, T., & Kraemer, J. (n.d.). *MANUAL DE INSTRUCCION DEL HELICOPTERO MI 171.*

**Anexos**