



**ESPE**  
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Inspección de 150 horas del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e de fabricación francesa, mediante la carta de trabajo 64-10-00,4-3 y documentación técnica aplicable a dicha aeronave, perteneciente a la Brigada Aérea del Ejército 15 BAE**  
**“Paquisha”**

Villalva Villalva, Roberth Mauricio

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Mecánica Aeronáutica

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

Ing. Coello Tapia, Luis Ángel

Latacunga, 07 febrero 2022



**DEPARTAMENTO DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**Certificación**

Certifico que la monografía, “**Inspección de 150 horas del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e de fabricación francesa, mediante la carta de trabajo 64-10-00,4-3 y documentación técnica aplicable a dicha aeronave, perteneciente a la Brigada Aérea del Ejército**” fue realizado por el señor **Villalva Villalva, Roberth Mauricio**, el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 07 de febrero del 2022

Firma:



Firmado electrónicamente por:  
**LUIS ANGEL  
COELLO**

**Ing. Luis Ángel, Coello Tapia**

C.C.: 0503128662

## Reporte de verificación de contenido



VILLALVA VILLALVA ROBERTH MAURICIO.pdf

Scanned on: 16:49 February 8, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	269
Words with Minor Changes	0
Paraphrased Words	121
Ommited Words	178

Firma:



Firmado electrónicamente por:

**LUIS ANGEL  
COELLO****Ing. Luis Ángel, Coello Tapia**

C.C.: 0503128662



**DEPARTAMENTO DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA**  
**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

**Responsabilidad de autoría**

Yo, Villalva Villalva, Roberth Mauricio, con cédula de ciudadanía N° 0401799358, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: "Inspección de 150 horas del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e de fabricación francesa, mediante la carta de trabajo 64-10-00,4-3 y documentación técnica aplicable a dicha aeronave, perteneciente a la Brigada Aérea del Ejército" 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, 07 de febrero del 2022

Firma:

Villalva Villalva, Roberth Mauricio

C.C.: 0401799358



DEPARTAMENTO DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA  
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA

Autorización de publicación

Yo, **Villalva Villalva, Roberth Mauricio** con cédula de ciudadanía N° 0401799358, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Inspección de 150 horas del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e de fabricación francesa, mediante la carta de trabajo 64-10-00,4-3 y documentación técnica aplicable a dicha aeronave, perteneciente a la Brigada Aérea del Ejército”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 07 de febrero del 2022

Firma:

Villalva Villalva, Roberth Mauricio

C.C.: 0401799358

## Dedicatoria

El presente trabajo de graduación quiero dedicarle principalmente a Dios por ser guía en mi camino y darme la oportunidad de cumplir una meta más en mi vida.

A mi abuelita que lleno el lugar de mi madre que ha sido un ejemplo de lucha, constancia ante todos los obstáculos diarios. Que desde niño me protegió y guio para ser una persona respetuosa, honesta y de buenos valores y de esa manera poder escalar en los peldaños de la vida como un hombre de bien.

A mi esposa Damaris Arelys Chala Viveros a quien quiero mucho que gracias a su amor incondicional ha sido un pilar fundamental para culminar con éxitos mis estudios, con sus motivaciones, consejos y su tiempo dedicado hacia mí permitió que no desvíe el rumbo de mi meta.

Villalva Villalva, Roberth Mauricio

## **Agradecimientos**

Quiero expresar toda mi gratitud a Dios por brindarme lo más valioso que es la vida y por permitirme que día a día pueda mirar la luz del día, también por darme la fuerza necesaria para afrontar la vida en tiempos de debilidad.

Agradezco a mi abuelita por su dedicación, amor y por enseñarme todos los valores para ser un hombre de bien.

A mi esposa que con su amor incondicional me ha demostrado que nunca estoy solo siempre está a mi lado para brindarme su apoyo, consejos y su valioso tiempo cuando más los necesitaba.

A los docentes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por ser esa guía fundamental en nuestro aprendizaje, gracias por impartirnos los conocimientos y sus gratas experiencias vividas durante su vida laboral.

Villalva Villalva, Roberth Mauricio

## Tabla de contenido

Carátula.....	1
Certificación.....	2
Reporte de verificación de contenido .....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimientos .....	7
Tabla de contenido.....	8
Índice de figuras .....	12
Índice de tablas .....	15
Resumen .....	16
Abstract.....	17
Tema... ..	18
Antecedentes .....	18
Planteamiento del Problema .....	19
Justificación e Importancia .....	20
Objetivos.....	21
<i>General.....</i>	<i>21</i>
<i>Específicos.....</i>	<i>21</i>
Alcance.....	22
Marco teórico.....	23
Reseña histórica de la Aviación del Ejército.....	23
Helicóptero Ecureuil H 125 B3e .....	25
<i>Historia del Helicóptero Ecureuil H 125 B3e.....</i>	<i>26</i>
<i>Datos técnicos del helicóptero Ecureuil H 125 B3e .....</i>	<i>27</i>



<i>Características generales del helicóptero Ecureuil H 125 B3e</i> .....	27
<i>Tipos de operación</i> .....	28
<i>Especificaciones</i> .....	30
Sistema del rotor del helicóptero.....	30
<i>Rotor principal</i> .....	30
<i>Rotor de cola</i> .....	32
Mantenimiento aeronáutico.....	32
<i>Tipos de mantenimiento</i> .....	33
Documentación aeronáutica .....	34
<i>Manuales técnicos</i> .....	34
<i>Manuales operacionales</i> .....	36
Equipos de apoyo .....	37
<i>Definición</i> .....	37
<i>Herramienta de bloqueo</i> .....	38
<i>Base para el rotor</i> .....	38
<i>Planta HOBART</i> .....	39
Desarrollo del tema .....	40
Medidas de seguridad.....	40
Equipo de seguridad.....	40
Preliminares .....	41
Consideraciones generales.....	42
Conformación del equipo de trabajo .....	42
Limpieza de la aeronave .....	43
Limpieza del área de trabajo .....	43
Inspección.....	44
<i>Desmontaje del rotor de cola</i> .....	44

<i>Herramientas y equipos .....</i>	<i>45</i>
<i>Material fungible .....</i>	<i>46</i>
<i>Documentación específica.....</i>	<i>46</i>
<i>Desmontaje.....</i>	<i>47</i>
<i>Desmontaje de pines.....</i>	<i>47</i>
<i>Inmovilización del rotor.....</i>	<i>48</i>
<i>Desmontaje del Conjunto de palas del rotor de cola .....</i>	<i>49</i>
<i>Retiro de las palas del rotor de cola.....</i>	<i>49</i>
<i>Limpieza de las palas .....</i>	<i>51</i>
<i>Herramientas especiales y materiales .....</i>	<i>51</i>
<i>Procedimiento.....</i>	<i>51</i>
<i>Desmontaje de los rodamientos laminados .....</i>	<i>52</i>
<i>Desmontaje de los rodamientos laminados .....</i>	<i>53</i>
<i>Inspección de los cojinetes laminados.....</i>	<i>56</i>
<i>Instrucciones antes del Montaje de los rodamientos .....</i>	<i>56</i>
<i>Herramientas especiales y materiales .....</i>	<i>57</i>
<i>Montaje de los rodamientos laminados .....</i>	<i>59</i>
<i>Montaje del rotor de cola .....</i>	<i>68</i>
<i>Herramientas especiales y materiales .....</i>	<i>68</i>
<i>Instalación de herramienta de bloqueo.....</i>	<i>68</i>
<i>Montaje del conjunto de palas del rotor de cola .....</i>	<i>70</i>
<i>Desmontaje de herramienta de bloqueo .....</i>	<i>75</i>
<i>Comprobación del nivel de vibración del rotor principal y de cola.....</i>	<i>76</i>
<i>Instalación del equipo de corrección de vibraciones .....</i>	<i>76</i>
<i>Transporte de la aeronave a la plataforma .....</i>	<i>78</i>
<i>Implementación de la herramienta de remolque .....</i>	<i>80</i>

<i>Comprobación del nivel de vibración</i> .....	84
<b>Conclusiones y Recomendaciones</b> .....	86
<b>Conclusiones</b> .....	86
<b>Recomendaciones</b> .....	87
<b>Glosario</b> .....	88
<b>Abreviaturas</b> .....	90
<b>Bibliografía</b> .....	91
<b>Anexos</b> .....	93

## Índice de figuras

<b>Figura 1</b> <i>Helicóptero Ecureuil H 125 B3e</i> .....	25
<b>Figura 2</b> <i>Vuelo de montaña</i> .....	26
<b>Figura 3</b> <i>Estabilizador del helicóptero Ecureuil H 125 B3e</i> .....	28
<b>Figura 4</b> <i>Rotor principal</i> .....	31
<b>Figura 5</b> <i>Rotor principal del helicóptero Ecureuil</i> .....	31
<b>Figura 6</b> <i>Rotor de cola</i> .....	32
<b>Figura 7</b> <i>Manuales técnicos</i> .....	34
<b>Figura 8</b> <i>Manuales operacionales</i> .....	36
<b>Figura 9</b> <i>Herramienta de bloqueo del helicóptero Ecureuil H 125 B3e</i> .....	38
<b>Figura 10</b> <i>Planta generadora de energía</i> .....	39
<b>Figura 11</b> <i>Equipo de trabajo</i> .....	43
<b>Figura 12</b> <i>Desmontaje del rotor de cola</i> .....	44
<b>Figura 13</b> <i>Caja de herramientas</i> .....	45
<b>Figura 14</b> <i>Orden de trabajo</i> .....	47
<b>Figura 15</b> <i>Retirada de los pines</i> .....	48
<b>Figura 16</b> <i>Inmovilización del rotor</i> .....	48
<b>Figura 17</b> <i>Herramientas de desajuste</i> .....	49
<b>Figura 18</b> <i>Desmontaje de las palas</i> .....	50
<b>Figura 19</b> <i>Limpieza del perno</i> .....	50
<b>Figura 20</b> <i>Agente limpiador</i> .....	51
<b>Figura 21</b> <i>Protección de la pala</i> .....	53
<b>Figura 22</b> <i>Retirada de las tuercas</i> .....	54
<b>Figura 23</b> <i>Retirada de las placas</i> .....	54
<b>Figura 24</b> <i>Retirada de los cojinetes</i> .....	55
<b>Figura 26</b> <i>Doblado de la pala</i> .....	55

<b>Figura 27</b> <i>Inspección de los cojinetes</i> .....	56
<b>Figura 28</b> <i>Herramienta, pasador</i> .....	57
<b>Figura 29</b> <i>Tela pañal o tela suave</i> .....	58
<b>Figura 30</b> <i>Tapa y brazo de arrastre</i> .....	59
<b>Figura 31</b> <i>Calzos de precarga</i> .....	59
<b>Figura 32</b> <i>Colocación del primer cojinete laminado</i> .....	60
<b>Figura 33</b> <i>Brazo de arrastre</i> .....	60
<b>Figura 34</b> <i>Herramienta, pasador</i> .....	61
<b>Figura 35</b> <i>Colocación del segundo cojinete laminado</i> .....	61
<b>Figura 36</b> <i>Doblado de la pala</i> .....	62
<b>Figura 37</b> <i>Colocación del 3ro y 4to cojinetes laminados</i> .....	63
<b>Figura 38</b> <i>Puesta de tuercas y tornillos</i> .....	63
<b>Figura 39</b> <i>Pernos de fijación</i> .....	64
<b>Figura 40</b> <i>Doblado de la pala</i> .....	64
<b>Figura 41</b> <i>Alineación de las piezas</i> .....	65
<b>Figura 42</b> <i>Colocación del tercer cojinete</i> .....	65
<b>Figura 43</b> <i>Colocación de tuercas</i> .....	66
<b>Figura 44</b> <i>Alineación de piezas</i> .....	66
<b>Figura 45</b> <i>Fijación de placas</i> .....	67
<b>Figura 46</b> <i>Torque de tuercas</i> .....	67
<b>Figura 47</b> <i>Colocación de la herramienta de inmovilización</i> .....	68
<b>Figura 48</b> <i>Inmovilización del rotor</i> .....	69
<b>Figura 49</b> <i>Instalación del rotor</i> .....	70
<b>Figura 50</b> <i>Aplicación de agente anticorrosivo</i> .....	71
<b>Figura 51</b> <i>Instalación del perno</i> .....	71
<b>Figura 52</b> <i>Instalación de arandela y tuerca</i> .....	72

<b>Figura 53</b> <i>Torque de la tuerca</i> .....	72
<b>Figura 54</b> <i>Instalación del pin de seguridad</i> .....	73
<b>Figura 55</b> <i>Conexión de las varillas de paso</i> .....	73
<b>Figura 56</b> <i>Puesta de arandelas y tuercas</i> .....	74
<b>Figura 57</b> <i>Torque de las tuercas</i> .....	74
<b>Figura 58</b> <i>Retirada de la herramienta de inmovilización</i> .....	75
<b>Figura 59</b> <i>Conocimiento del equipo</i> .....	76
<b>Figura 60</b> <i>Instalación del equipo en el rotor de cola</i> .....	77
<b>Figura 61</b> <i>Instalación del equipo en el rotor de principal</i> .....	77
<b>Figura 62</b> <i>Transporte del helicóptero Ecureuil H 125 B3e</i> .....	78
<b>Figura 63</b> <i>Agotamiento del personal</i> .....	79
<b>Figura 64</b> <i>Herramienta de remolque</i> .....	80
<b>Figura 65</b> <i>Equipo de protección</i> .....	80
<b>Figura 66</b> <i>Medición de piezas y tubos</i> .....	81
<b>Figura 67</b> <i>Corte de tubos</i> .....	81
<b>Figura 68</b> <i>Limado de piezas</i> .....	82
<b>Figura 69</b> <i>Soldado de piezas</i> .....	82
<b>Figura 70</b> <i>Montaje de herramienta</i> .....	83
<b>Figura 71</b> <i>Remolque de la aeronave</i> .....	84
<b>Figura 72</b> <i>Corrección de vibraciones</i> .....	85
<b>Figura 73</b> <i>Vuelo de comprobación</i> .....	85

**Índice de tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Datos técnicos del helicóptero</i> .....	27
<b>Tabla 2</b> <i>Especificaciones del helicóptero Ecureuil</i> .....	30
<b>Tabla 3</b> <i>Herramientas y equipos</i> .....	45

## **Resumen**

La realización de la presente monografía previo a la obtención del título de Tecnólogo en Mecánica Aeronáutica tuvo como objetivo, la realización de la inspección de 150 horas del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e en donde está descrito cada uno de los procedimientos realizados durante la inspección del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e, perteneciente al Grupo de Aviación del Ejército N.45 "PICHINCHA", dichos procedimientos se encuentran descritos en el manual de mantenimiento del helicóptero Ecureuil, en donde manda a desinstalar el rotor de cola, realizar la debida limpieza de los componentes para luego realizar una exhaustiva revisión de cada uno de los componentes para según los criterios descritos en el manual poder interpretar si es recomendable seguir utilizando las mismas piezas o se deberían cambiar por nuevos, también se debe tener en cuenta que hay elementos que se debe realizar un cambio sistemático, esto quiere decir que las piezas utilizadas y ya desinstaladas hay que desechar y poner nuevas, en este caso tenemos lo que son tuercas y pines de seguridad, cabe mencionar que dicha aeronave es de fabricación francesa, por lo que siempre debemos estar pendientes a la modificaciones que realiza la empresa. La implementación de la herramienta de remolque fue de gran ayuda para el personal de técnicos, la misma que les servirá para precautelar la salud y evitar el agotamiento del personal, ya que dicha herramienta es de fácil manipulación, y brinda los estándares de seguridad al momento de mover el helicóptero Ecureuil H 125 B3e.

Palabras Clave:

- **ROTOR DE COLA**
- **MANTENIMIENTO DEL HELICÓPTERO**
- **HELICÓPTERO ECUREUIL H 125 B3e**
- **INSPECCIÓN DE 150 HORAS**



**Abstract**

The objective of this monograph, prior to obtaining the title of Technologist in Aeronautical Mechanics, was to perform the inspection of 150 hours of the tail rotor of the helicopter Ecureuil H 125 B3e where each of the procedures performed during the inspection of the tail rotor of the helicopter Ecureuil H 125 B3e, belonging to the Army Aviation Group N.45 "PICHINCHA" is described in the maintenance manual of the helicopter Ecureuil H 125 B3e, where it is described each of the procedures performed during the inspection of the tail rotor of the helicopter Ecureuil H 125 B3e, belonging to the Aviation Group of the Army N.45 "PICHINCHA". "PICHINCHA", these procedures are described in the maintenance manual of the Ecureuil helicopter, where it orders to uninstall the tail rotor, perform the proper cleaning of the components and then perform a thorough review of each of the components according to the criteria described in the manual to interpret whether it is advisable to continue using the same parts or should be replaced by new ones, It should also be taken into account that there are elements that should be made a systematic change, this means that the parts used and already uninstalled must be discarded and put new ones, in this case we have what are nuts and safety pins, it is worth mentioning that this aircraft is French-made, so we must always be aware of the modifications made by the company. The implementation of the towing tool was of great help to the technical personnel, which will help them to protect their health and avoid personnel exhaustion, since this tool is easy to handle and provides safety standards when moving the Ecureuil H 125 B3e helicopter.

Keywords:

- **TAIL ROTOR**
- **HELICOPTER MAINTENANCE**
- **ECUREUIL H 125 B3e HELICOPTER**
- **150 HOURS INSPECTION**

## Capítulo I

### 1. Tema

Inspección de 150 horas del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e de fabricación francesa, mediante la carta de trabajo 64-10-00,4-3 y documentación técnica aplicable a dicha aeronave, perteneciente a la Brigada Aérea del Ejército 15 BAE “PAQUISHA”.

#### 1.1 Antecedentes

La Brigada de Aviación del Ejército 15-BAE “PAQUISHA”, posee helicópteros ECUREUIL de fabricación francesa que son aeronaves de ala rotatoria de multipropósito poseen un motor modelo Ariel 2D, el helicóptero está equipado con una cabina no presurizada operada por una tripulación básica compuesta por piloto, copiloto y cuatro pasajeros, posee un tren de aterrizaje fijo tipo patín y alcanza una velocidad de crucero de 120 nudos que se emplea para cumplir operaciones militares y apoyo a la comunidad, en misiones de búsqueda y rescate, evacuación aeromédica, reconocimiento, transporte de autoridades civiles y militares en todo el territorio nacional.

La Brigada de Aviación del Ejército 15-BAE “PAQUISHA”, cuenta con varios talleres equipados y adecuados para realizar tareas de mantenimiento, inspección, remoción e instalación de componentes, el presente proyecto propone el reemplazo de los cojinetes laminados del rotor de cola del helicóptero ECUREUIL H 125 B3e, mediante el uso de la herramienta especial, que facilitará y permitirá cumplir con la inspección según la carta de trabajo N° 64-10-00,4-3, emitida por el fabricante de la aeronave y así mantener la aeronavegabilidad de la misma.

Las inspecciones, así como otros componentes de la aeronave de ala rotatoria necesitan de herramientas especiales para cumplir con las cartas de trabajo, sin estas herramientas especiales los trabajos de mantenimiento no se los realiza de forma

adecuada indicadas en el manual del fabricante por lo cual puede traer consecuencias al personal técnico.

## **1.2 Planteamiento del Problema**

La sección ECUREUIL, como parte de una unidad operativa de La Brigada de Aviación del Ejército 15-BAE "PAQUISHA" dedicada al mantenimiento de las aeronaves de ala rotatoria y engrandecimiento de territorio ecuatoriano, manifiesta la necesidad de realizar el reemplazo de los cojinetes laminados del rotor de cola, para lo cual se requiere de una inspección de 150 horas, que permitirá cumplir con los ítems de inspección y cartas de trabajo dados por el manual del fabricante.

El ECUREUIL H 125 B3e es un helicóptero pequeño de fabricación francesa equipado con un motor Ariel 2D con una tripulación de dos pilotos y un mecánico a bordo que realiza varias misiones en las cuales tenemos la más principal de reconocimiento táctico y por sus exigencias en las operaciones de vuelo se ve en la necesidad de llevar un continuo control de la aeronave lo que implica que la ejecución de la tarea de mantenimiento a realizar debe ser con profesionalismo, es por eso que tiene la demanda de todo el personal técnico que trabaja en la sección ECUREUIL realice el reemplazo de los cojinetes laminados del rotor de cola, pero al no contar con los equipos adecuados se emplean otros métodos y herramientas no apropiadas que ocasionan lesiones en el personal y daños materiales, motivo por el cual en el desarrollo de la inspección de 150 horas se ve en la necesidad de habilitar la herramienta especial que está dada por el fabricante en el manual del helicóptero. Actualmente el helicóptero ECUREUIL H 125 B3e es utilizado para realizar misiones que ayudan positivamente al desarrollo de las comunidades del territorio ecuatoriano.

En el caso de no poder realizar la inspección de 150 horas del Helicóptero ECUREUIL H 125 B3e la aeronave quedará en condiciones inoperables y de esa manera no podrá cumplir con las misiones encomendadas a la Brigada de Aviación del

Ejército. El presente proyecto investigativo permitirá resolver el problema y fortalecer las debilidades, reduciendo las horas trabajo del personal en tiempos oportunos y con la debida seguridad operacional que ayuda a mantener la confianza de la sección ECUREUIL de esta manera utilizar la herramienta adecuada para cada tipo de inspección y cumplir con todos los ítems de las cartas de trabajo permitiendo así aumentar el potencial del Helicóptero la H 125 B3e y continuar con la aeronavegabilidad de la sección ECUREUIL.

### **1.3 Justificación e Importancia**

El Ejército Ecuatoriano al contar con helicópteros ECUREUIL y estos a su vez asignados a la Brigada de Aviación del Ejército 15-BAE "PAQUISHA" para su operación y desarrollo del país, la sección ECUREUIL está en las capacidades de realizar inspecciones para mantener la aeronavegabilidad de las aeronaves, en la actualidad la sección del helicóptero ECUREUIL no cuenta con la herramienta técnica habilitada para la ejecución de la inspección de 150 horas, requerida por el fabricante, por esta razón se ha visto la necesidad de habilitar la herramienta especial que beneficia a la institución como operador de las aeronaves de ala rotatoria y así cumplir con las exigencias del Ejército Ecuatoriano.

El presente proyecto proporciona al personal de técnico mayor seguridad en la realización de la inspección de 150 horas del rotor de cola del helicóptero ECUREUIL, también se ve reflejado en la disminución de personal técnico, material, tiempo y economía al momento de la inspección del reemplazo de los cojinetes laminados que entran a mantenimiento, que permite crear un ambiente de trabajo seguro y ergonómico.

Este proyecto será factible por que se cuenta con toda la documentación técnica de la aeronave actualizada, se cuenta con todo el personal capacitado que cuentan con grandes conocimientos y experiencia que les otorgan dirigir y asesorar en la habilitación

de este proyecto, mientras tanto la mano de obra se la realizará con personal técnico y calificado en instalaciones apropiadas y certificadas que cuenten con la infraestructura necesaria para la realización de la inspección de 150 horas del rotor de cola del Helicóptero la H 125 B3e, para lo por medio de peticiones se cuenta con la autorización de los directivos de la sección ECUREUIL.

#### **1.4 Objetivos**

##### **1.4.1 General**

- Realizar una inspección de 150 horas del rotor de cola del helicóptero ECUREUIL H 125 B3e, mediante la tarea de mantenimiento 64-10-00,4-3 y documentación técnica aplicable a dicha aeronave, perteneciente a la Brigada Aérea del Ejército 15 BAE "PAQUISHA".

##### **1.4.2 Específicos**

- Recopilar información técnica e información necesaria para poder realizar la inspección de 150 horas en el helicóptero ECUREUIL H 125 B3e.
- Implementar una herramienta especial necesaria para la inspección de 150 horas, de acuerdo a las características técnicas del manual de mantenimiento del helicóptero ECUREUIL H 125 B3e.
- Ejecutar la inspección de 150 horas en el helicóptero ECUREUIL H 125 B3e de acuerdo a los manuales de información técnica aplicable al helicóptero.
- Realizar los chequeos operacionales luego de haber realizado la inspección de 150 horas en el rotor de cola del helicóptero ECUREUIL H 125 B3e.

### **1.5 Alcance**

El presente proyecto se llevará a cabo para realizar la inspección de 150 horas del helicóptero ECUREUIL H 125 B3e de acuerdo a los procedimientos establecidos en los manuales y estándares de aeronavegabilidad establecidos por la documentación técnica del helicóptero ECUREUIL H 125 B3e y también facilitará a ejecutar no solo inspecciones del reemplazo de los cojinetes laminados del rotor de cola, sino también al rodaje de la aeronave, gasear la aeronave, remolcar la aeronave hacia el punto de peso y balance de aeronaves, entre otras tareas de mantenimiento, la misma que nos permite realizar con el menor tiempo posible y con la seguridad del caso, el proyecto ayudará a no ocasionar daños materiales y de la misma manera a no provocar lesiones en el personal técnico.

## Capítulo II

### 2. Marco teórico

#### 2.1 Reseña histórica de la Aviación del Ejército

La historia de la Aviación del Ejército comienza con las grandes aportaciones de los pueblos, las instituciones y como no con la actuación de la humanidad que hace que los actos engrandezcan la superación, perfección y sobre todo la grandiosa doctrina por forjar un mejor territorio nacional. De esta manera la noble institución y prestigiosa arma nació, con sueños y proyectos anhelados de uno de los señores oficiales que trabajó para estar siempre como uno de los mejores, unía sus sueños con grandes proyectos, con un gran sacrificio profesional fue de cambiar su designación del arma de Infantería, al realizar el curso de pilotos en el Aéreo Cluben la ciudad de Guayaquil, esto motivó y elevó la moral a todo soldado ecuatoriano que cumplían destacamentos con las fronteras del Ecuador a no ser olvidados y que serían abastecidos para mantener una conexión directa y oportuna (Rivadeneira, 2020).

La Aviación del Ejército nace en el año de 1954, mediante la gran actuación y sacrificio del señor Capitán de Infantería Colón Grijalva Herdoíza que cumplió con su gran sueño de tener su licencia de piloto quien inició la gestión necesaria para forjar el apoyo aéreo necesitado por los soldados ecuatorianos y cumplir con su deber de proteger a todo el territorio nacional (Rivadeneira, 2020)

El Servicio Aéreo del Ejército (SAE) como antiguamente se lo conocía tuvo más propósitos, llegar a todos los rincones del Ecuador y cumplir con las misiones más importantes de vuelo, de esta manera satisfacer las necesidades de abastecimientos, medicinas, operaciones militares bajo la supervisión, observación y el reconocimiento de los comandantes de las Unidades. A mediados del siglo XX el SAE se fortaleció con la formación de más pilotos para incrementar las operaciones de vuelo. El 10 de enero de 1956, por disposición del Comando General del Ejército, se inició el I curso de pilotaje,

bajo el mando del señor Capitán Grijalva. Siete oficiales de Infantería, Caballería y Artillería fueron prestigiosos para ser alumnos del curso (Rivadeneira, 2020).

Uno de los acontecimientos importantes que se puede destacar, en el año de 1957, los señores Capitán Colón Grijalva y el teniente German Witt viajaron al exterior, a Fort Rucker (EE. UU), para realizar el curso sobre operaciones de vuelo táctico, cuya preparación lo hicieron en avionetas CESSNA L-19, gracias a su preparación fortalecieron al Ejército Ecuatoriano (Rivadeneira, 2020).

En 1972, se inició la operación de helicópteros en el Ejército Ecuatoriano, principalmente por la necesidad propia del Instituto Geográfico Militar (I.G.M) el cual era el encargado de realizar los trabajos de topografía de campo. El Servicio Aéreo del Ejército dio un paso gigantesco con orden del Comando, dejó de ser dependencia del Departamento Logístico del Ejército y como unidad operativa se transformó en la Aviación del Ejército Ecuatoriano, así mismo nació el mantenimiento de aeronaves con la formación del personal Técnico, para lo cual fue necesario crear un centro de mantenimiento capacitado técnicamente y realizar los trabajos en las aeronaves (Rivadeneira, 2020).

Los principales mantenimientos técnicos de que desarrollan en el CEMAE, se encuentran:

- Inspecciones mayores de Helicóptero Súper Puma, Puma, Gazelle y Lama
- Mantenimiento profundo de motores Makila, Artouste, Astazou 14, Ariel1B, Arriel 2D
- Mantenimiento estructural de helicópteros y aviones
- Reparaciones de conjuntos mecánicos
- Mantenimiento de sistemas hidráulicos
- Mantenimiento especializado en electrónica y aviónica.



El Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército (CEMAE) para realizar todos los trabajos técnicos cuenta con personal capacitado, equipos y bancos de pruebas para todas las aeronaves que ayudan a realizar un mantenimiento profesional y adecuado que garantizan la seguridad de las operaciones aéreas (Rivadeneira, 2020).

Día a día el arma de Aviación del Ejército ha evolucionado tanto con personal técnico como en aeronaves que van hacia al campo de la tecnología con el objetivo de modernizar los componentes análogos a digitales y garantizar el cumplimiento de su misión y engrandecer al Ejército Ecuatoriano (Rivadeneira, 2020).

## **2.2 Helicóptero Ecureuil H 125 B3e**

El H125 de Airbus sigue liderando el mercado de helicópteros monomotores en todos los segmentos de la misión gracias a su alto rendimiento y capacidad multifunción.

### **Figura 1**

*Helicóptero Ecureuil H 125 B3e*



*Nota.* Helicóptero Ecureuil perteneciente al Grupo de Aviación N.45.

### 2.2.1 Historia del Helicóptero Ecureuil H 125 B3e

El H 125 ha sido el líder indiscutible de su clase durante los últimos 30 años.

Unos 1.100 helicópteros H125 / AS350 B3e están actualmente en servicio en todo el mundo y se utilizan principalmente para misiones de alto rendimiento en condiciones altas y calurosas (AIRBUS, 2021).

El H125 ha batido récords mundiales a lo largo de su carrera. En 2005, el AS350 B3 rompió el récord mundial de aterrizaje y despegue a mayor altitud, realizado en el Monte Everest a 8.848 metros (29.029 pies), un título que aún se conserva en la actualidad. En mayo de 2013, el AS350 B3 realizó la operación de rescate con palangre más alta del mundo en Lhotse, la cuarta montaña más alta del mundo, ubicada en el Himalaya, a 7.800 metros (25.590 pies) (AIRBUS, 2021).

#### Figura 2

*Vuelo de montaña*



*Nota.* El vuelo de montaña a grandes alturas del helicóptero Ecureuil. Tomado del manual de instrucción (AIRBUS, 2021).

El H125 está equipado con un motor turbosélice Safran Helicopter Engines Arriel 2D con una unidad de control de motor digital de autoridad total de doble canal (FADEC), más un tercer canal de respaldo automático e independiente y un arranque automático. El motor está equipado con un registrador de datos del motor.

## 2.2.2 Datos técnicos del helicóptero Ecureuil H 125 B3e

**Tabla 1**

*Datos técnicos del helicóptero*

Descripción	Cantidad
Tripulación + pasajeros	1 o 2 pilotos + hasta 6 pasajeros
Peso máximo de despegue (MTOW)	2250 kilogramos
Peso máximo de despegue con carga externa	2800 kilogramos
Carga útil	976 kilogramos
Capacidad del tanque de combustible estándar	426 kilogramos
Tipo de motor	Motores de helicóptero Safran Arriel 2D
Poder de despegue	710 kW / 952 hp

*Nota.* Datos técnicos del helicóptero Ecureuil (AIRBUS, 2021).

## 2.2.3 Características generales del helicóptero Ecureuil H 125 B3e.

### a) Fuselaje

El fuselaje de una aeronave está formado por muchas piezas fabricadas a partir de chapas, perfiles, tubos, piezas forjadas, láminas, que se unen entre sí para constituir subconjuntos, que terminarán por formar la aeronave. El fuselaje nos permite soportar las cargas aerodinámicas, nos da un perfil aerodinámico, protege a los equipos o personal que se esté transportando, también se puede decir que el fuselaje del helicóptero es un semi monocasco totalmente metálica, consta de cuatro partes: la sección del morro, la sección central, el brazo de cola y la cola.

## b) Estructura

Es la parte primordial en una aeronave ya que es la que protege a la tripulación y a todos los tripulantes de la aeronave ya sea pasajeros o carga, también se puede decir que la estructura es la que separa y protege a los sistemas en los que está dividida una aeronave.

La estructura es la que soporta todo lo relacionado con los componentes de la aeronave como son alas, superficies de control, empenaje, fuselaje, entre otros.

## c) Estabilizador

Un estabilizador es una superficie aerodinámica que produce una fuerza aerodinámica cuyo propósito principal es mejorar la estabilidad con respecto a un determinado eje.

### Figura 3

*Estabilizador del helicóptero Ecureuil H 125 B3e*



*Nota.* Se puede observar el estabilizador horizontal del helicóptero Ecureuil H125.

### 2.2.4 Tipos de operación

- a) Transporte de personal. – Transporte de personal como son a los relevos de destacamento hacia los puntos de difícil acceso en donde se puede ingresar solo por vía aérea para proteger la soberanía de nuestra patria.

- b)** Evacuación aeromédica. – Es utilizado para transportar heridos de zonas de difícil acceso que necesitan una pronta atención médica, en donde con el personal de técnicos se procede a retirar el asiento y los mandos del copiloto para de esa manera colocar la camilla y el herido sea trasladado de forma más rápida posible.
- c)** Búsqueda y rescate. – En situaciones en donde la naturaleza se da a sentir y nos pone a los seres humanos a pruebas, ocurren muchas desgracias, por muchas de las cuales muchas personas quedan desorientadas o desaparecidas, es en donde entra en acción el helicóptero Ecureuil H 125 B3e, que gracias a sus tripulaciones preparadas se puede realizar esta difícil operación tomando en cuenta las medidas de seguridad.
- d)** Seguridad aérea. – Esta operación es realizada cuando se está realizando relevo de destacamento con una aeronave mediana en donde el helicóptero Ecureuil H 125 B3e da la respectiva seguridad desde el aire mientras se realiza el relevo de las tropas. También aplicamos la seguridad aérea al momento de que nuestros compañeros en tierra están realizando la actividad del desminado humanitario, en ese lapso el helicóptero Ecureuil H 125 B3e por lapsos de tiempo proporciona seguridad al personal en tierra.
- e)** Escuela. – Es utilizado como instrucción, para que los pilotos aprendan a pilotear una aeronave, puedan familiarizarse y aprender todo lo relacionado con la operación en tierra, en vuelo y con la misma aeronave. De igual manera es utilizada por el personal de técnicos para aprender a realizar desde lo más básico que es una limpieza hacia lo complejo que es realizar una inspección.
- f)** Turismo. – Como una facilidad que se puede brindar en el helicóptero Ecureuil H 125 B3e es que está abierto a la población en general a realizar vuelos por

nuestro territorio nacional, en la cual la mayoría de las veces el personal que ha sido privilegiado con este servicio son personas de otros países.

### **2.2.5 Especificaciones**

**Tabla 2**

*Especificaciones del helicóptero Ecureuil*

Descripción	Cantidad
Longitud	12.94 metros 42.46 pies
Diámetro del rotor	10.69 metros 35.06 pies
Volumen interno de la cabina	3.00 m <sup>3</sup>
Techo flotante OGE	3840 m (certificación EASA Q1 2021)
Techo flotante IGE	4039 metros
Velocidad de crucero rápida	260 kilómetros por hora
Alcance máximo con tanques de combustible	630 kilómetros
Autonomía de vuelo	4 horas, 30 minutos
Vuelo de altitud máxima	7010 m

*Nota.* Especificaciones del helicóptero Ecureuil H125 B3e (KEYCOPTER, 2021).

## **2.3 Sistema del rotor del helicóptero**

### **2.3.1 Rotor principal**

Es la parte rotatoria del helicóptero Ecureuil H 125 B3e el mismo que es el encargado de proporcionar la sustentación en otros lugares es conocido también como sistema rotor, lo cual hace referencia al rotor principal del helicóptero Ecureuil H 125 B3e, está, compuesto generalmente por dos o más palas, las mismas que están sujetas a una estrella flexible y está a su vez está sentado sobre un mástil vertical.

**Figura 4**  
*Rotor principal*



*Nota.* Representación gráfica del rotor principal del helicóptero Ecureuil H125.

**Figura 5**  
*Rotor principal del helicóptero Ecureuil*



*Nota.* La fotografía muestra el rotor principal del helicóptero Ecureuil H125.

El sistema de rotor principal no solo es el encargado de realizar la sustentación, sino que también nos proporciona empuje para de esa manera poder dirigir el helicóptero en la dirección deseada.

### 2.3.2 Rotor de cola

Es típico en los helicópteros que utilizan un solo rotor principal el cual se lo conoce con el nombre de rotor de cola o rotor antipar, el mismo que nos sirve para contrarrestar el par anti torque producido por el rotor principal, es controlado ya sea por el piloto o el copiloto por medio de los pedales haciendo que se aumente o se disminuya el ángulo de ataque de las palas del rotor de cola.

**Figura 6**  
*Rotor de cola*



*Nota.* Fotografía del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H125.

El rotor de cola consiste en hélice que está montado en la parte trasera del helicóptero Ecureuil H 125 B3e, el cual ayuda por medio de los pedales a contrarrestar el par motor que proporciona el rotor principal y de esa manera poder mantener el helicóptero estable en el aire.

## 2.4 Mantenimiento aeronáutico

Es la ejecución de los trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, inspección, reemplazo de piezas, rectificación de defectos e incorporación de una modificación o reparación (Guerrero, 043 RDAC MANTENIMIENTO. DGAC, 2017)



### **2.4.1 Tipos de mantenimiento**

El mantenimiento es fundamental para mantener la aeronavegabilidad de las aeronaves, para poder hacer esto es necesario realizar inspecciones de forma minuciosa, y para esto. Existen 3 tipos de mantenimiento:

#### **a. Mantenimiento preventivo**

Son las acciones de mantenimiento aplicadas sobre el material que se encuentra en servicio para conservarlo en dicha situación. Este incluirá el mantenimiento programado y el predictivo, el cual abarca las acciones de monitoreo de parámetros del material, a los efectos de determinar la necesidad de una acción correctiva en función de la variación con respecto a un estándar (Diram, 2016).

#### **b. Mantenimiento correctivo**

Este es el conjunto de acciones llevadas a cabo después de la aparición de una falla o anomalía, que permite restaurar el estado operativo inicial. En muchas ocasiones las aeronaves presentan inesperadamente fallas que deben ser atendidas de inmediato para evitar problemas más graves. Por lo cual este mantenimiento se lo realiza por tener reportes en la aeronave de manera imprevista, ya sea en el hangar o en la plataforma se debe realizar mediante un mantenimiento correctivo para levantar el reporte, los reportes pueden ser pequeños o de mayor problema, pero este no debe llevar mucho tiempo para resolverlo.

#### **c. Mantenimiento restaurativo**

El mantenimiento restaurativo es el mantenimiento más profundo y minucioso por el que tienen que pasar todas las aeronaves. Por medio del mantenimiento restaurativo se busca recuperar la operatividad de la aeronave o de los componentes también debe cumplir los requisitos para la confirmación de las buenas condiciones técnicas y operativas de la aeronave, lo que garantiza en gran medida la seguridad del vuelo. Debido a la gran cantidad de tiempo que tarda una aeronave en pasar por un

mantenimiento restaurativo, se suele aprovechar para realizar diferentes tipos de mejoras en cabina, tales como la renovación de los asientos, la mejora de los sistemas de entretenimiento (Flightliteracy, 2018).

## 2.5 Documentación aeronáutica

Se puede decir que un manual es un documento en el cual podemos encontrar los aspectos básicos y esenciales de un tema, los manuales también nos permiten comprender mejor el funcionamiento de algo y conocer los procedimientos de manera ordenada de un tema o materia. Por lo tanto, se puede decir que los manuales aplicables a una aeronave son documentos emitidos por el fabricante los cuales servirá de guía para los procesos de mantenimiento y operación de la aeronave.

### 2.5.1 Manuales técnicos

#### Figura 7

*Manuales técnicos*



*Nota.* Estantería de manuales técnicos utilizados para el mantenimiento del helicóptero Ecureuil H125.

#### a. Aircraft Maintenance Manual (AMM)

El Manual de Mantenimiento de la Aeronave es un documento oficial que detalla paso a paso la forma en que se llevarán a cabo todas las tareas de mantenimiento de una aeronave. Incluye el mantenimiento de la aeronave, pero normalmente excluye las

reparaciones y modificaciones estructurales ya que existe un manual específico para reparaciones estructurales.

El fabricante de la aeronave, edita los manuales de mantenimientos, que deben de ser consultados siempre que se necesite realizar cualquier acción de mantenimiento. Cada manual es aplicable para cada aeronave en concreto, por lo tanto, cada operador deberá tener actualizado los manuales adecuados a su flota.

#### **b. Structural Repair Manual (SRM)**

El Manual de Reparaciones Estructurales es un manual de mantenimiento producido y expedido por el fabricante de la aeronave y aprobado por la autoridad reguladora de aviación en el cual se describe en detalle las reparaciones específicas que están aprobadas para la estructura de dicha aeronave. Además de estar basado en el ATA 100.

Este manual es elaborado de acuerdo con las especificaciones ATA 100 que incluye la descripción de las instrucciones específicas y los datos a la reparación de campo de la estructura de la aeronave en particular, en él se describe el máximo de los daños que pueden ser reparados y da detalles precisos de los métodos de reparación.

#### **c. Illustrated Part Catalog (IPC)**

El IPC enumera, describe e ilustra los componentes y las partes de la aeronave. Está destinada a ser utilizada para identificar partes y para ilustrarlas. El IPC es un documento que acompaña al Manual de Mantenimiento de Aeronaves (AMM) se usa en conjunto para la remoción e instalación de partes en la aeronave.

El documento está dividido en capítulos según los sistemas de la aeronave. Cada capítulo contiene figuras y tablas con una descripción. Los cuadros contienen el número de pieza, el nombre y la cantidad. El número de pieza es el número de identificación del componente.

#### d. Wiring Diagram Manual (WDM)

En el WDM disponemos de todos los diagramas de los circuitos eléctricos y electrónicos de la aeronave y son suficientes para realizar un trouble shooting en las acciones de mantenimiento. Como todos los manuales de mantenimiento.

Un diagrama de cableado es una representación convencional simplificada de las conexiones físicas y la disposición física de un sistema o circuito eléctrico. Los diagramas de cableado muestran cómo se conectan los cables de la aeronave y dónde deben estar situados en el sistema eléctrico, así como las conexiones físicas entre todos los componentes. Esto hace que un diagrama de cableado sea útil para la fabricación o la resolución de problemas de un sistema o circuito eléctrico para varias aeronaves.

#### 2.5.2 Manuales operacionales

##### Figura 8

*Manuales operacionales*



*Nota.* Manuales utilizados en las operaciones de vuelo y mantenimiento del helicóptero Ecureuil H125.

### **a. Airplane Flight Manual (AFM)**

El manual de vuelo de un avión (AFM) es un documento hecho por el fabricante de la aeronave que contiene información detallada sobre el funcionamiento de la misma. El AFM detalla la técnica de operación de la aeronave para el funcionamiento normal, anormal y de emergencia, junto con el rendimiento de la aeronave que debe lograrse cuando la aeronave opera en condiciones óptimas.

Manual relacionado con el Certificado de Aeronavegabilidad, que contiene limitaciones dentro de las cuales la aeronave debe considerarse aeronavegable, así como las instrucciones e información que necesitan los miembros de la tripulación de vuelo, para la operación segura de la aeronave.

### **b. Flight Crew Operating Manual (FCOM)**

El Manual de Operaciones de la Tripulación de Vuelo (FCOM) es un documento fuente que incorpora la orientación del fabricante de la aeronave sobre cómo utilizar los sistemas a bordo de la aeronave para mejorar la seguridad operacional, así como para aumentar la eficiencia.

El FCOM está diseñado para un modelo, un tipo de operación y una configuración específica, se centra principalmente en dos áreas: orientación sobre cuándo y por qué los miembros de la tripulación tienen que comprometerse con los modos superiores del AFCS y directrices para la coordinación de múltiples tripulaciones (Airbus, 2014).

## **2.6 Equipos de apoyo**

### **2.6.1 Definición**

Son herramientas o equipos destinados a facilitar el trabajo de mantenimiento en las aeronaves y en su mayoría reducir el esfuerzo humano durante la operación, son las que nos proporcionan apoyo al momento de realizar un trabajo las mismas que pueden ser mecánicas en donde no se requiere un gran esfuerzo e hidráulicas cuando se

requiere un mayor esfuerzo y de esa manera precautelar la integridad del personal de técnicos.

### **2.6.2 Herramienta de bloqueo**

#### **Figura 9**

*Herramienta de bloqueo del helicóptero Ecureuil H 125 B3e*



*Nota.* Herramienta utilizada para inmovilizar el rotor de cola del helicóptero Ecureuil H125.

Es utilizada para inmovilizar las palas del rotor de cola proporcionando que las palas se encuentren en una posición neutral y los elementos no estén con presión para lo cual es recomendable que en el helicóptero se realice el acutes y de esa manera poder realizar los trabajos de mejor manera.

### **2.6.3 Base para el rotor**

Es utilizado una vez desmontado el rotor de cola para poder asentarlos y de esa manera facilitar la desinstalación e instalación de los elementos que componen el rotor de cola y poder utilizar las herramientas con mayor comodidad al momento de realizar el mantenimiento del rotor de cola.

#### 2.6.4 Planta HOBART

Utilizada para proporcionar energía eléctrica al helicóptero ECUREUIL H 125 B3e, principalmente para comenzar el día de operaciones aéreas y realizar el primer encendido del helicóptero, la misma que antes de brindar este servicio debe ser chequeada pasada los ítems de verificación para no tener dificultades al momento de prestar servicio en la plataforma.

#### Figura 10

*Planta generadora de energía*



*Nota.* Las imágenes muestran la planta de energía para encendido del helicóptero y la manera correcta de conectar la toma eléctrica al helicóptero Ecureuil H125.

## Capítulo III

### 3. Desarrollo del tema

#### 3.1 Medidas de seguridad

Antes de realizar cualquier actividad se debe dar una lectura de las diferentes medidas de seguridad, para que todo el personal tenga presente los posibles peligros antes, durante y después al momento de realizar una actividad de mantenimiento, señalar las áreas donde se va a trabajar para conocimiento del resto de personal de técnicos.

Siempre contar con los manuales de mantenimiento actualizados y alcance de los usuarios de esa manera se evitará el exceso de confianza del personal de técnicos ya que tendrán que seguir solo los pasos descritos en los manuales.

Procurar usar las herramientas ya sean normales o especiales de una forma adecuada y utilizarlas para el fin que fueron creadas de esa manera se evitará desgaste del material o dañar las herramientas o en el peor de los casos lesiones o fracturas en el personal de técnicos.

#### 3.2 Equipo de seguridad

Durante la realización de la inspección es indispensable el uso del equipo de protección personal para precautelar la integridad del personal de técnicos y minimizar en gran cantidad un posible incidente o accidente durante la inspección, los equipos pueden ser:

- Overol
- Zapatos punta de acero
- Casco
- Guantes
- Gafas



- Tapa oídos
- chaleco reflectivo
- Mascarilla

### **3.3 Preliminares**

En el presente capítulo se detalla toda la práctica realizada para “Inspección de 150 horas del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e de fabricación francesa, mediante la carta de trabajo 64-10-00,4-3 y documentación técnica aplicable a dicha aeronave, perteneciente a la Brigada Aérea del Ejército”, con el fin de seguir desarrollando habilidades en el personal de técnicos y también para minimizar los esfuerzos en el personal de técnicos al realizar estos tipos de tareas, también dar a conocer que este trabajo fue realizado siguiendo todos los parámetros, estipulaciones y recomendaciones del manual de mantenimiento así como también las recomendaciones del personal de técnicos especializados en el helicóptero Ecureuil H 125 B3e.

El presente proyecto de titulación da a conocer el grado de dificultad que tiene la tarea de mantenimiento como es realizar la inspección del rotor de cola, por lo cual se recomienda realizarla con un alto grado de responsabilidad, con todas las medidas de seguridad y siempre utilizando el equipo de protección personal, también tener los suficientes conocimientos en lo que es manejo e interpretación de manuales y de esa manera ir creando una experiencia laboral dentro de la vida de la aviación.

Para la realización del presente trabajo de titulación se contó con la autorización del comandante del Grupo Aéreo de Aviación del Ejército N.45 “PICHINCHA” Tcrn. Santiago Guerra Donoso, el jefe de mantenimiento Capt. Holguín Marcelo y la ayuda del personal de técnicos del grupo aéreo y también con el personal técnico de la ESPEL Ing. Luis Ángel, Coello Tapia.

### **3.4 Consideraciones generales**

Previamente antes de la realización de la inspección del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e se debe cerciorar de contar con el manual de mantenimiento y toda la documentación técnica necesaria para el helicóptero, y de esa manera poder garantizar la eficiencia y eficacia al momento de ejecutar las tareas de mantenimiento descritas, se debe tener a la mano toda la herramienta normal y herramienta especial al alcance y como medida indispensable siempre poseer el equipo de protección personal y siempre respetar las medidas de seguridad, sin abuso de confianza ya que en la aviación el primer el error puede ser el último.

Todo el proceso de inspección del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e se contó con el apoyo técnico del personal encargado del mantenimiento del helicóptero, la tarea de mantenimiento ejecutada fue revisada por el supervisor mantenimiento del Grupo Aéreo N.45 "PICHINCHA" así como también fue pasado los ítems de aeronavegabilidad por personal encargado de control de calidad.

### **3.5 Conformación del equipo de trabajo**

Se procedió con el personal de técnicos a organizar el equipo trabajó para de esa manera empezar a desarrollar las diferentes actividades programadas para la inspección de 150 horas del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e, y el personal de técnicos tenga pleno conocimiento del sistema que se va a trabar.

**Figura 11**  
*Equipo de trabajo*



*Nota.* Conformación del equipo de trabajo del personal de técnicos para el mantenimiento del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H125.

### **3.6 Limpieza de la aeronave**

Con la ayuda del personal de líneas de vuelo se procedió a mover la aeronave hacia la zona donde se lava las aeronaves y con el equipo de trabajo se procedió a lavar toda la aeronave utilizando insumos descritos en el manual de mantenimiento como es jabón líquido, tala pañal, utilizando lava vajilla en lugares en donde se necesita una mayor limpieza.

Adicionalmente, se realizó la limpieza de todos los compartimientos del helicóptero Ecureuil H 125 B3e para verificar la ausencia de corrosión, grietas o fisuras en la estructura del helicóptero y de esa manera preservar la vida útil del helicóptero Ecureuil H 125 B3e.

### **3.7 Limpieza del área de trabajo**

Antes de empezar la inspección del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e, se debe verificar que se cuente con todos los manuales necesarios e insumos, materiales y herramientas para para realizar el mantenimiento., también se debe verificar que el área donde vamos a realizar la inspección se encuentre en buenas

condiciones, donde el rotor pueda girar libremente para no tener problemas al momento de manipular y el lugar donde esté dispuesto para la inspección esté limpio para garantizar una buena práctica y seguir engrandeciendo las experiencias laborales del personal de técnicos.

Se procedió con la inspección de 150 horas del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e, de acuerdo a la orden de trabajo expedida por el Grupo Aéreo de Aviación del Ejército N.45 "PICHINCHA" el cual está cargo del mantenimiento de las aeronaves de la Brigada de Aviación del Ejército.

### **3.8 Inspección**

#### **3.8.1 Desmontaje del rotor de cola**

Procedimiento para el desmontaje del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e está descrito de la carta de trabajo del manual de mantenimiento 64-10-00,4-1, la misma que en sus primeras líneas da todos los parámetros de seguridad para evitar errores o accidentes, también se debe poner gran atención a las notas y advertencias.

#### **Figura 12**

*Desmontaje del rotor de cola*



*Nota.* Procedimiento para desinstalar el rotor de cola del helicóptero Ecureuil H125.

### 3.8.2 Herramientas y equipos

**Tabla 3**

*Herramientas y equipos*

Descripción	Cantidad
Juego de llaves	1
Juego de copas	1
Herramienta de bloqueo	1
Pasador de chaveta	10
Pinzas	2
Cortador	1
Torquímetro	2
Palanca de fuerza	1
Destornillador	2

*Nota.* Datos técnicos del helicóptero Ecureuil (AIRBUS, 2021).

**Figura 13**

*Caja de herramientas*



*Nota.* Caja de herramientas a ser utilizadas en el mantenimiento del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H125.

### **3.8.3 *Material fungible***

El material fungible autorizado para la realización de la inspección del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e y de esa manera preservar los elementos son los que se detalla a continuación:

- Tela pañal o franela
- Guantes quirúrgicos
- Mastinox (Agente anticorrosivo)
- Brochas
- Papel absorbente
- Jabón líquido
- Lava vajilla
- Vileda verde
- Marcadores de pintura

### **3.8.4 *Documentación específica***

La documentación requerida para el desmontaje del rotor de cola del helicóptero es la detallada a continuación:

- Orden de trabajo
- Carta tecnológica
- AMM (Manual de Mantenimiento de la Aeronave)
- IPC (Catálogo Ilustrado de Partes)

**Figura 14**  
Orden de trabajo

The image shows a work order form with the following sections:

- Cumplimiento de trabajo**: Includes fields for 'Orden de trabajo', 'Fecha de inicio', 'Fecha de fin', 'Elaborado por', 'Revisado por', 'Aprobado por', 'Fecha de aprobación', 'Código de trabajo', 'Código de actividad', 'Código de equipo', 'Código de especialidad', 'Código de actividad', 'Código de equipo', 'Código de especialidad'.
- Orden de Ejercicio**: Includes a 'TRABAJO' section with 'DESCRIPCION DEL TRABAJO' and 'CANTIDAD' columns, and an 'EQUIPO' section with 'DESCRIPCION DEL EQUIPO' and 'CANTIDAD' columns.
- TAREAS A REALIZAR**: A table with columns 'ACTIVIDAD', 'DÍAS', and 'OBSERVACIONES'. The first row contains 'REPARACION CORRECCION DE VERIFICACION', '1', and 'INCLUIR CORRECCION DE VERIFICACION DEL ROTOR PRINCIPAL'.
- OBSERVACIONES**: A section with several blank lines for additional notes.
- Signature Lines**: Fields for 'Cabeceador' and 'Ejecutor' with handwritten signatures.

*Nota.* Se muestra la orden de trabajo emitida para la realización de la inspección del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H125, para una mejor ilustración mirar anexo B.

### 3.8.5 Desmontaje

Antes de realizar el desmontaje del rotor de cola se realiza la interpretación del manual de manteniendo y sus cartas en donde está descrito los procedimientos, la cual recomienda la marcación de las piezas con un marcador de pintura en las zonas estratégicas antes de desmontar y de esa manera no tener dificultad al momento de la instalación.

### 3.8.6 Desmontaje de pines

Retirar los pines, se debe verificar en qué dirección están las patas de los pines, luego con la ayuda de un destornillador desdoblar las patas de los pines y con la pinza proceder a retirar los pines de los pernos de sujeción del rotor de cola y luego cada uno de los pines retirados desechar para el momento de instalar colocar nuevos pines.

**Figura 15**  
*Retirada de los pines*



*Nota.* Se observa la retirada de los pines de seguridad para poder remover los pernos del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H125.

### **3.8.7 Inmovilización del rotor**

Para inmovilizar el eje de transmisión del rotor de cola antes de trabajar en el para lo cual se debe proceder a poner las palas en posición neutral y aplicar el freno rotor, luego colocar la herramienta para inmovilizar las palas la cual tiene el número de parte 350A92-1200-00, específicamente para el rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e.

**Figura 16**  
*Inmovilización del rotor*



*Nota.* Se muestra la inmovilización del rotor de cola con la herramienta de bloqueo del helicóptero Ecureuil H125.



### **3.8.8 Desmontaje del Conjunto de palas del rotor de cola**

Con la ayuda de las herramientas de desajuste como primer paso proceder a aflojar los pernos (7) sin retirar las tuercas por completo según el AMM 65-21-00,4-12, luego proceder a desconectar las bielas de cambio de paso del lado de las palas (6) según el AMM 65-21-00,4-12, para lo cual se debe realizar pasa a paso como está descrito en las cartas de trabajo para no tener complicaciones al momento de instalar.

#### **Figura 17**

*Herramientas de desajuste*



*Nota.* La imagen representa el procedimiento para retirar las tuercas y pernos del rotor de cola utilizando llaves, copas y rachas.

### **3.8.9 Retiro de las palas del rotor de cola**

Con todas las medidas de seguridad proceder a retirar el conjunto de las palas del rotor de cola (5) del eje de transmisión, primero retirar y se desechar el pasador (4), luego aflojar y retirar la tuerca (3), como siguiente paso retirar la arandela (2), y por último retirar el perno (1) y posteriormente asentar en una mesa de trabajo.

**Figura 18**  
*Desmontaje de las palas*



*Nota.* Se observa el desmontaje de las palas del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H125.

**NOTA:** Asegúrese de que el perno (1) esté en buen estado, caso contrario deseche el perno (1) si está dañado.

**Figura 19**  
*Limpieza del perno*



*Nota.* La limpieza e inspección del perno de sujeción del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H125.

### 3.8.10 Limpieza de las palas

PRECAUCIÓN: El uso de cualquier otro producto como gasolina, queroseno, alcohol blanco, etc. Está prohibido estos productos pueden filtrarse en las uniones y debilitar el adhesivo utilizado para el montaje de las palas.

### 3.8.11 Herramientas especiales y materiales

- Cepillo de nylon
- Tela pañal o tela suave
- Esponja suave

#### Materiales

- CM 235 (Agente limpiador)

### 3.8.12 Procedimiento

Limpie las palas con una solución acuosa que contenga el agente limpiador CM 235 20 g (0.0440 lb) de agente limpiador CM 235 por cada 10 litros (2642 gal) de agua, utilizar un cepillo de nylon y una esponja suave, luego enjuagar bien con abundante agua dulce y por último secar con un paño suave y limpio según el AMM 64-10-00,3-1.

#### Figura 20

Agente limpiador

CM 235 PREVIEW	
Material	Cleaning agent
Specification	-
Product / Note	Mouxelav 5-liter container TEEPOL or SACTILAV-B
Standard Use	-

*Nota.* Se muestran las especificaciones del agente limpiador para el mantenimiento.

### **3.8.13 Desmontaje de los rodamientos laminados**

El manual de mantenimiento recomienda seguir con todas las medidas de seguridad las mismas que enseñan a respetar las instrucciones generales de seguridad para la desinstalación de los elementos mecánicos según el AMM 60-00-00,3-1.

Luego cumplir con las instrucciones generales de seguridad para los procedimientos estándar de las palas según el MTC 20-60-00-401, y como última norma respetar las instrucciones generales de seguridad según el AMM 60-00-00,3-2, seguir cada uno de los pasos descritos en la carta técnica del manual de mantenimiento según el AMM 60-10-00,4-3.

**NOTA:** Comprobar las fechas de caducidad de los materiales según el AMM 60-00-00,3-2.

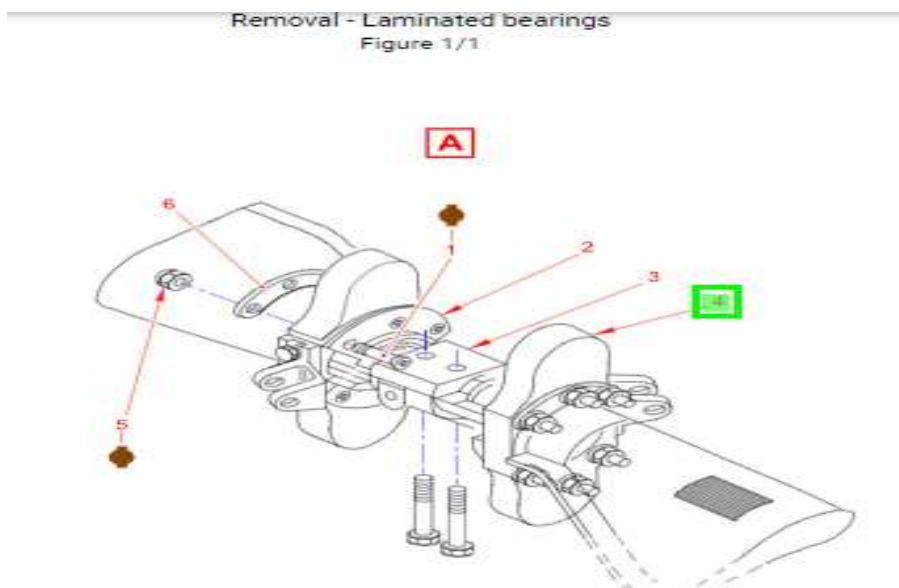
#### **Materiales**

- Adhesivo CM 6093
- Endurecedor CM 6094
- Papel de lija de grano 220

#### **PRECAUCIÓN**

Antes de desenganchar los segundos cojinetes laminados, la pala del rotor se debe proteger con un paño para asegurar de que no entre en contacto directo con el peso de la barbilla (4), lo que puede provocar daños en la pala, y por consiguiente aumentaría el trabajo del personal de técnicos ya que tocaría realizar la respectiva reparación de la pala.

**Figura 21**  
*Protección de la pala*



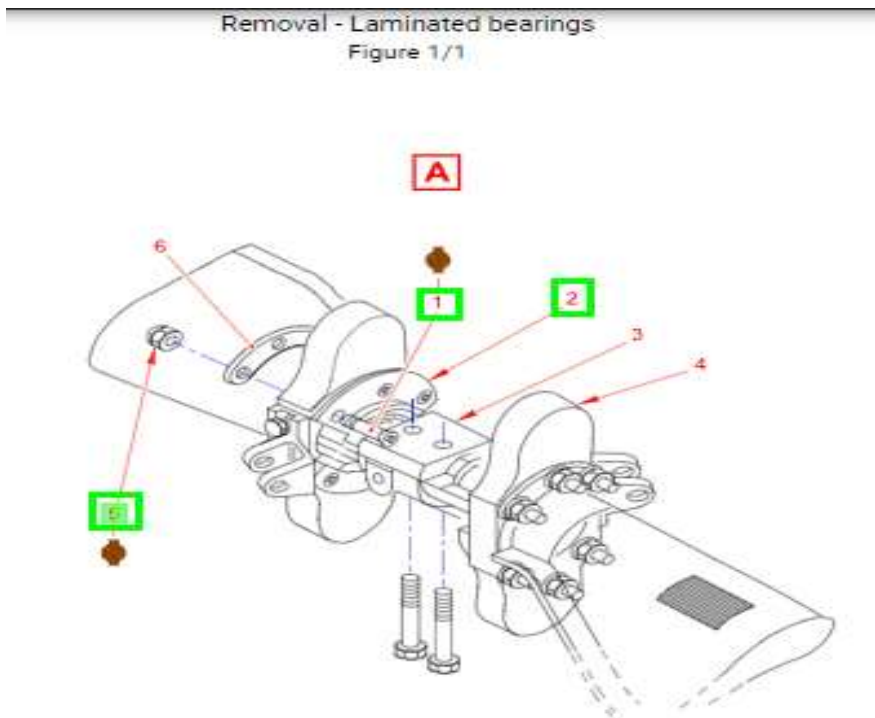
*Nota.* Se observa la forma de proteger y evitar daños en las palas de rotor de cola del helicóptero Ecureuil H125. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

Esta recomendación también es aplicable para el transporte o la manipulación de un rotor de cola sin rodamientos laminados ya que sus componentes internos no están sujetos, y al momento de transportar el rozamiento puede ocasionar fricción y desgaste de los materiales internos del rotor de cola.

#### **3.8.14 Desmontaje de los rodamientos laminados**

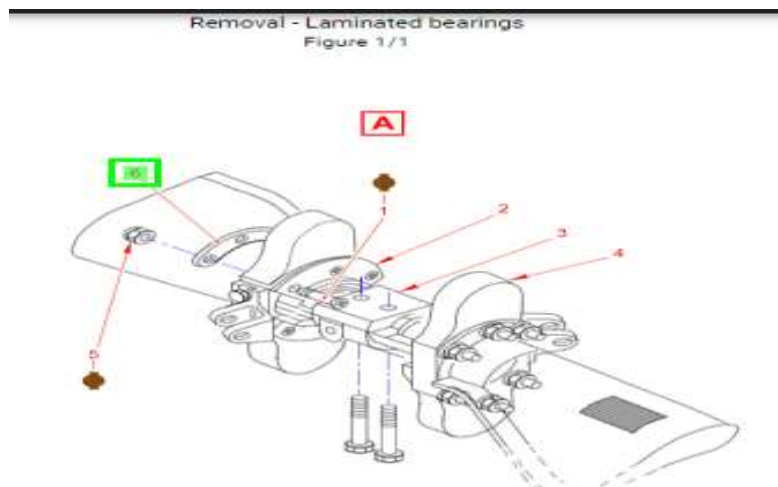
Retiramos y desechamos las tuercas de fijación (5) de los cojinetes laminados (2) y los tornillos (1), los mismos que son de cambio sistemático, lo cual quiere decir que una vez utilizado y desmontado se debe desechar y colocar nuevos ya que dichos elementos son desechables y se los debe utilizar solo una vez, luego retirar las placas (6) como está descrito en la fig. 23.

**Figura 22**  
Retirada de las tuercas



*Nota.* Representación gráfica de la retirada de las tuercas y tornillos que sujetan los cojinetes laminados. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

**Figura 23**  
Retirada de las placas

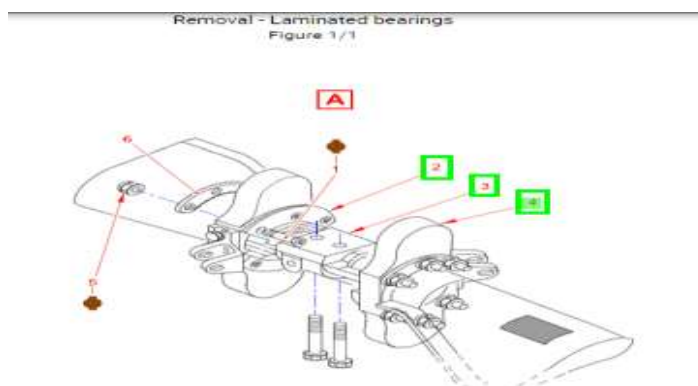


*Nota.* Se observa la retirada de las placas de protección de los cojinetes laminados. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

Deslizar el brazo de arrastre (3) en sentido transversal para comprimir un cojinete laminado (2) y desenganchar el cojinete laminado opuesto del peso de la barbilla (4), luego desenganchar el segundo cojinete laminado (2) deslizar el brazo de arrastre (3) en sentido contrario, y repetir la operación en el otro lado del rotor.

### Figura 24

*Retirada de los cojinetes*

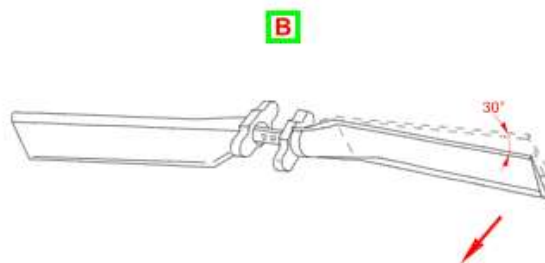


*Nota.* Muestra la retirada de los cojinetes laminados. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

**NOTA:** Para desenganchar los semicojinetes laminados, la pala del rotor debe desviarse ligeramente, teniendo cuidado de no superar un ángulo máximo de 30° (DETALLE B).

### Figura 25

*Doblado de la pala*



*Nota.* El gráfico representa el doblado de la pala para retirar los cojinetes laminados representa que no se debe sobrepasar los 30°. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

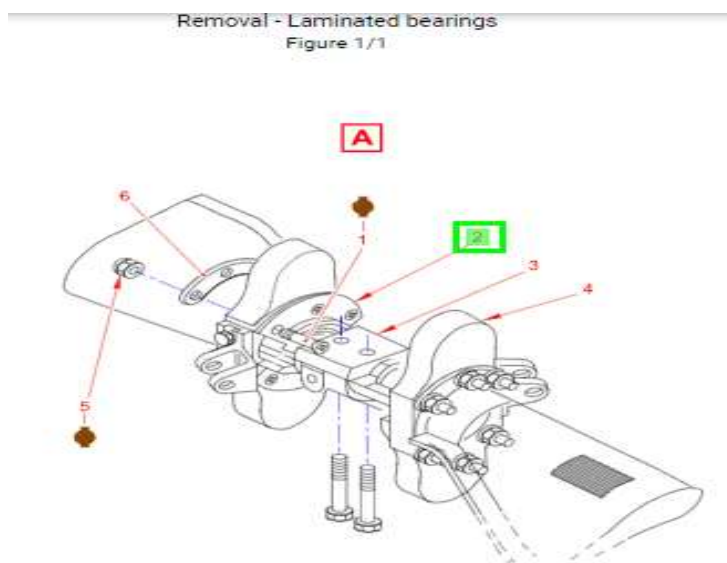
### 3.8.15 Inspección de los cojinetes laminados

Siguiendo los procedimientos del manual de mantenimiento para realizar la inspección de los cojinetes laminados (2) según los criterios de inspección del AMM 64-10-00,6-1, el cual recomienda que se debe asegurar de que no haya abolladuras en los refuerzos de los largueros.

Si hay alguna anomalía dentro de los criterios de aceptación según el AMM 64-10-00,6-3, rellenar las abolladuras con Adhesivo CM 6093 + Endurecedor CM 6094, preparación y curado según el MTC 20-60-00-113, después del curado, lijar los posibles salientes de Adhesivo CM 6093 + Endurecedor CM 6094 con papel de lija de grano 220.

#### Figura 26

*Inspección de los cojinetes*



*Nota.* Se observa la zona donde se debe inspeccionar los cojinetes laminados la cual indica el rango permitido para el funcionamiento. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

### 3.8.16 Instrucciones antes del Montaje de los rodamientos

Cumplir con las instrucciones generales de seguridad para los conjuntos mecánicos según el AMM 60-00-00,3-1, con todas las medidas de seguridad y

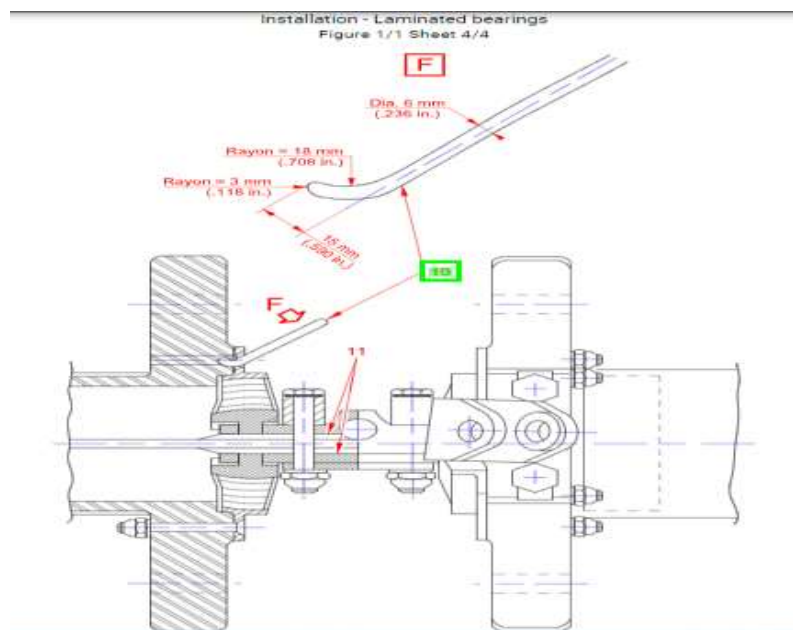


respetando las instrucciones generales de seguridad para los procedimientos estándar de las palas (20-60-00-401 MTC).

- Respetar las instrucciones generales de seguridad (AMM 60-00-00,3-2).
- Hacer un pasador (10) según las características del DETALLE F.

### Figura 27

#### Herramienta, pasador



*Nota.* La ilustración representa la herramienta, pasador utilizado para el montaje de los cojinetes laminados. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

Siguiendo cada uno de los pasos descritos en la carta técnica del manual de mantenimiento según el AMM 60-10-00,4-4, primero hacer una interpretación de las instrucciones generales para la instalación de los rodamientos laminados.

**NOTA:** Comprobar las fechas de caducidad de los materiales descritos según el AMM 60-00-00,3-2.

#### 3.8.17 Herramientas especiales y materiales

- Pasador de 6 mm de diámetro
- Llave dinamométrica con capacidad de 2 a 30 N.m

- Toma de corriente de 13 mm
- Destornillador de estrella acodado N° 1 - N° 2

### Materiales

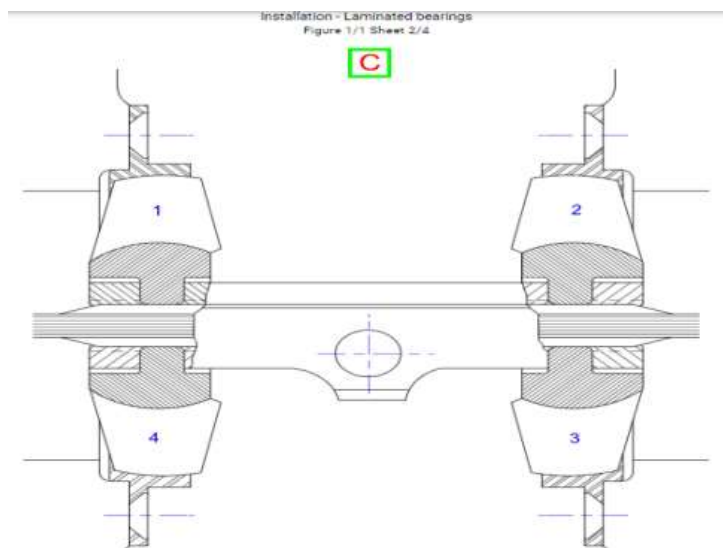
- Grasa CM 132
- Barniz CM 514
- Agente anticorrosivo CM 518
- Tinta CM 7008
- Tela pañal

### PRECAUCIÓN

Proteger la pala del rotor con paños entre la pala y el peso de la barbilla en el lado opuesto a la primera operación (DETALLE C), esta recomendación es aplicable para el transporte o la manipulación de un rotor con o sin rodamientos laminados, en caso de existir alguna anomalía y está fuera de criterio permitido según el AMM 64-10-00,6-1, sustituir sistemáticamente los cuatro cojinetes laminados.

### Figura 28

*Tela pañal o tela suave*



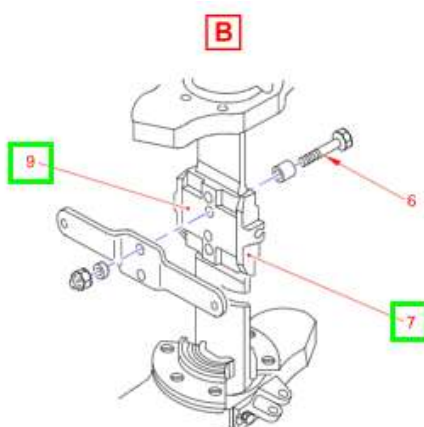
*Nota.* Representa la utilización de un paño para evitar que la superficie de la pala se dañe. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

### 3.8.18 Montaje de los rodamientos laminados

Colocar el rotor (con la ranura de las palas hacia arriba) en posición horizontal sobre 2 caballetes, equipar la tapa (9) y el brazo de arrastre (7) para una mejor manipulación del rotor de cola, luego ingresamos los calzos de precarga (11) con la ayuda del pasador de 6mm como está descrito en la fig. 31 según el AMM 64-10-00,8-15, por último, colocar el brazo de arrastre (7) en el larguero.

#### Figura 29

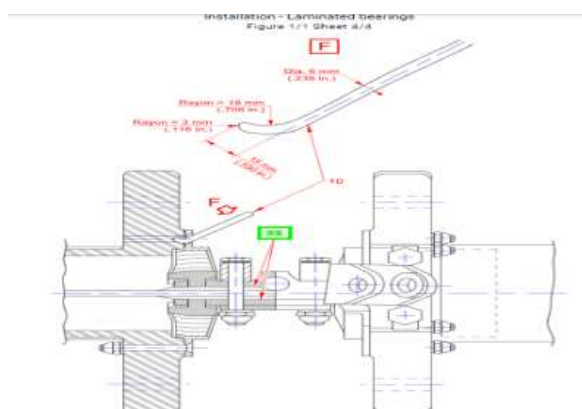
Tapa y brazo de arrastre



*Nota.* La colocación de la tapa y el brazo de arrastre. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

#### Figura 30

Calzos de precarga



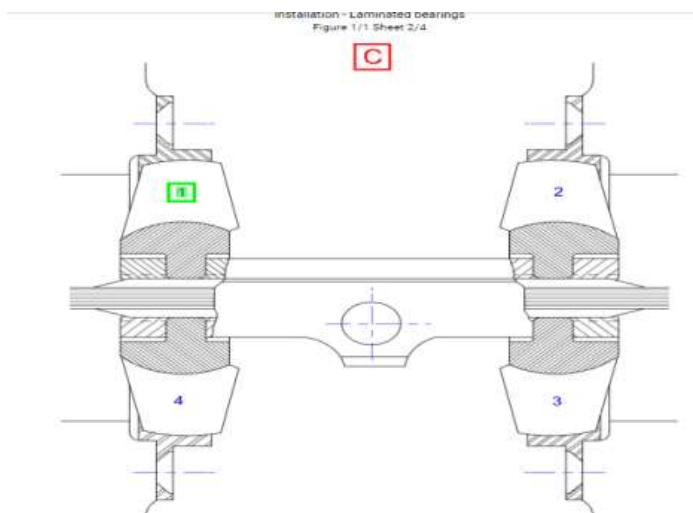
*Nota.* Se observa los calzos de precarga para la instalación de los cojinetes laminados.

Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

Colocar el primer cojinete laminado (1), con las respectivas medidas de seguridad y verificando que su instalación sea correcta, además de utilizar agente anticorrosivo en el pin del cojinete laminado para luego ser ingresado en el brazo de arrastre (7), como se muestra en la fig. 33, equipado con calzos de precarga (11) fig. 34.

### Figura 31

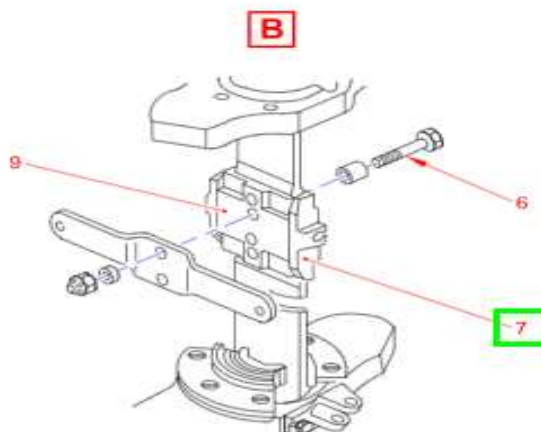
#### Colocación del primer cojinete laminado



*Nota.* Es el procedimiento de instalación del primer cojinete laminado. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

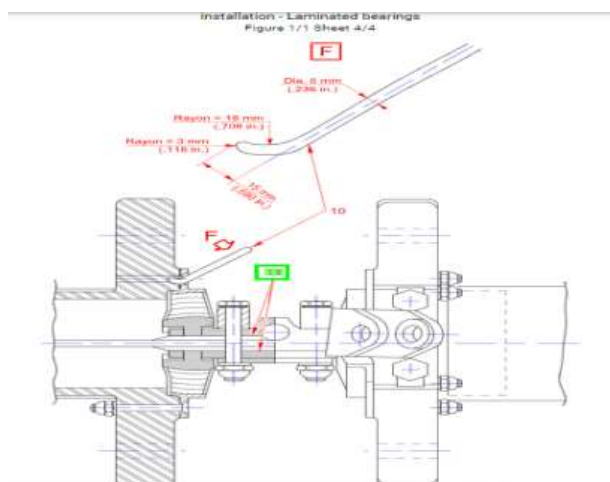
### Figura 32

#### Brazo de arrastre



*Nota.* Se detalla el brazo de arrastre en el larguero para sujetar el primer cojinete laminado. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

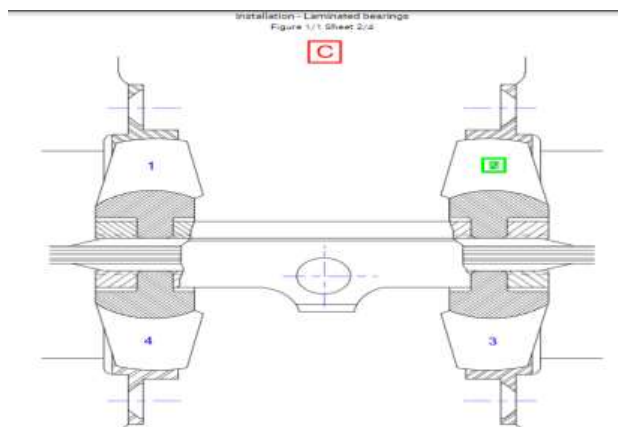
**Figura 33**  
Herramienta, pasador



*Nota.* El gráfico representa la utilización de la herramienta pasador para sujetar el primer cojinete laminado y poder ingresar el segundo cojinete. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

Deslizar el conjunto brazo de arrastre / semicojinete de manera que el semicojinete esté en posición en el hueco del peso de la carilla (2), para poder trabajar de una forma cómoda al momento de realizar la instalación del segundo cojinete laminado en el rotor de cola.

**Figura 34**  
Colocación del segundo cojinete laminado

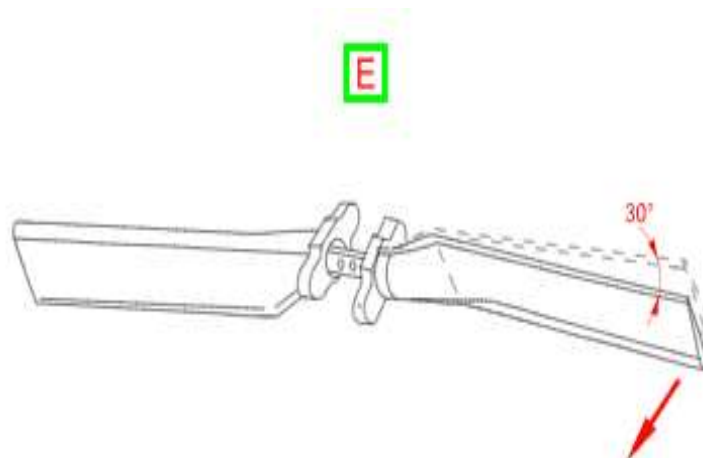


*Nota.* El procedimiento de la instalación del segundo cojinete laminado. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

**NOTA:** Al instalar los semicojinetes, se debe desviar el rotor, teniendo cuidado de no superar un ángulo máximo de 30° (DETALLE E), ya que al superar dicho ángulo se puede romper la unión de las palas del rotor de cola.

**Figura 35**

*Doblado de la pala*

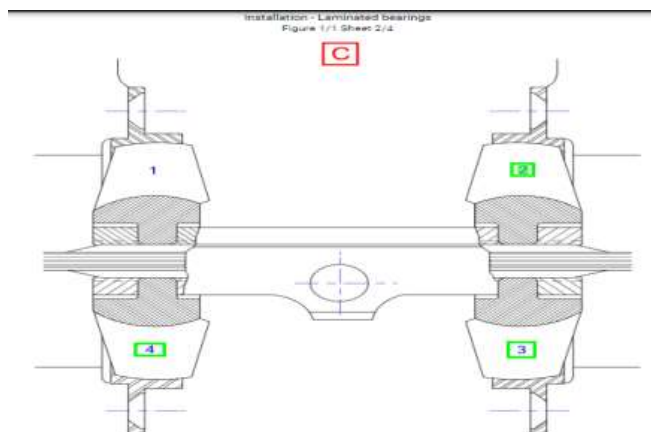


*Nota.* Descripción gráfica del doblado de la pala para colocar los cojinetes laminados representa que no se debe sobrepasar los 30°. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

Colocar el segundo semicojinete laminado en su hueco, mantener en su posición con un tornillo (3) cubierto con agente anticorrosivo CM 518, una placa (4) y una tuerca (5), comenzar a apretar la tuerca, aplique una capa de grasa CM 132 en la superficie de las lengüetas de la placa de unión eléctrica en contacto con los pesos de la barbilla (2).

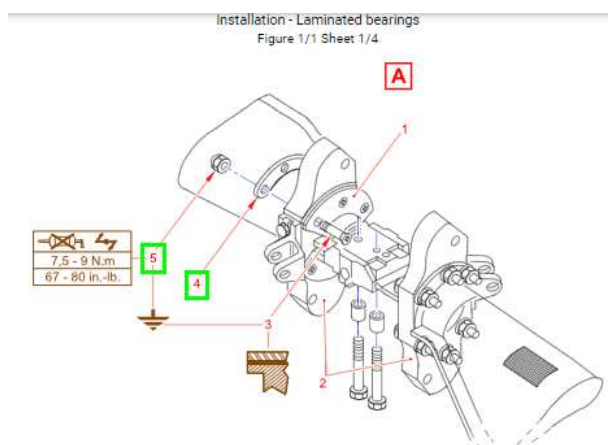
Colocar un tornillo (3) cubierto con agente anticorrosivo CM 518, una placa (4) y una tuerca (5) en el semicojinete para sujetarlo, empezar a apretar las tuercas, como está descrito en la fig. 38

**Figura 36**  
Colocación del 3ro y 4to cojinetes laminados



*Nota.* Muestra la instalación del tercero y cuarto cojinetes laminados. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

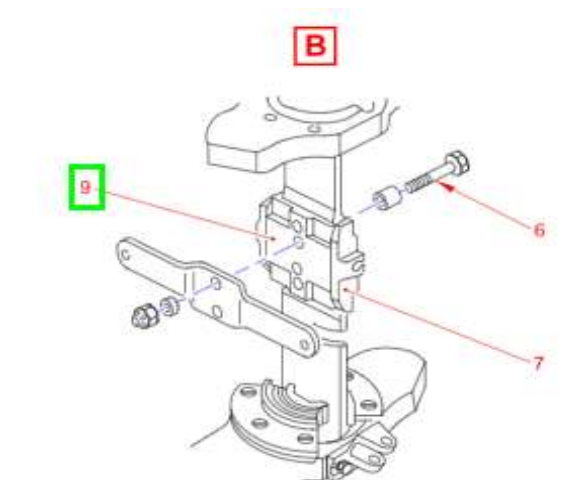
**Figura 37**  
Puesta de tuercas y tornillos



*Nota.* Representa la puesta de las tuercas y tornillos que sujetan los cojinetes laminados. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

Instalar los tornillos de fijación recubiertos con anticorrosivo CM 518 de los dos primeros cojinetes laminados, empezar a apretar las tuercas, dar la vuelta al rotor y retirar los paños, Colocar la caperuza (9) sobre el aspa y colocar el tercer semicojinete sobre la tapa (9).

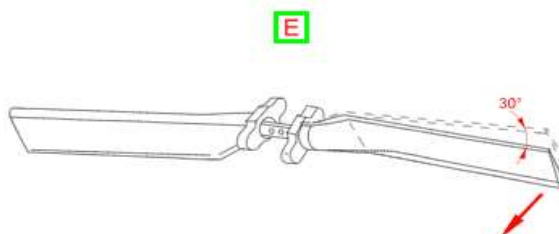
**Figura 38**  
*Pernos de fijación*



*Nota.* Se observa la colocación de los pernos de fijación cubiertos de un agente anticorrosivo. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

Deslizar el conjunto tapa / semicojinete de manera que el semicojinete esté en posición en el hueco del peso de la barbilla desviando el rotor, sin superar un ángulo máximo de 30° (DETALLE E).

**Figura 39**  
*Doblado de la pala*



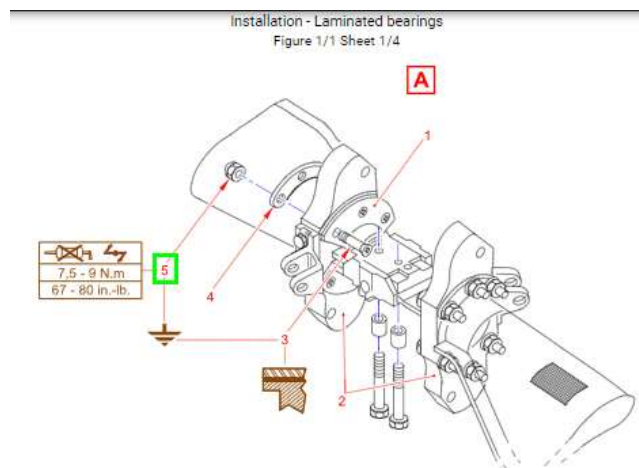
*Nota.* Se detalla el doblado de la pala para colocar el perno de fijación que sujetan los cojinetes, no se debe sobrepasar los 30°. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

Con el pasador de 6 mm de diámetro (10), alinee los orificios del semicojinete y del contrapeso utilizando sólo el orificio central, para una mejor manipulación y que las piezas se alineen para que quede libre el ingreso de los demás cojinetes laminados.





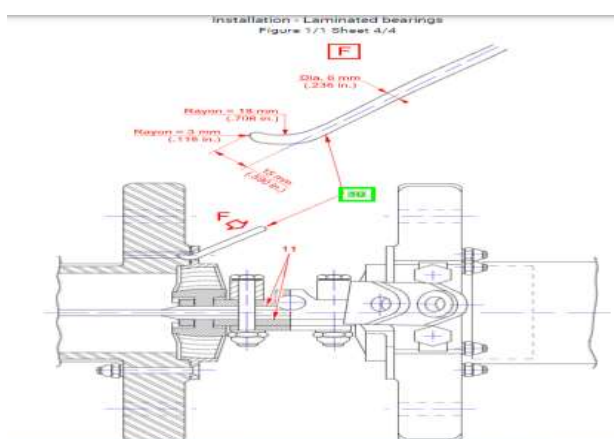
**Figura 42**  
Colocación de tuercas



*Nota.* Se muestra la colocación de los pernos y tuercas para sujetar el tercer y cuarto cojinetes laminados. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

Instalar el cuarto cojinete laminado utilizando el pasador de 6 mm de diámetro (10), asegurándose de no marcar el orificio central del peso de la barquilla, alinee el orificio del semicojinete, para una mejor manipulación y que el cuarto cojinete ingrese libremente.

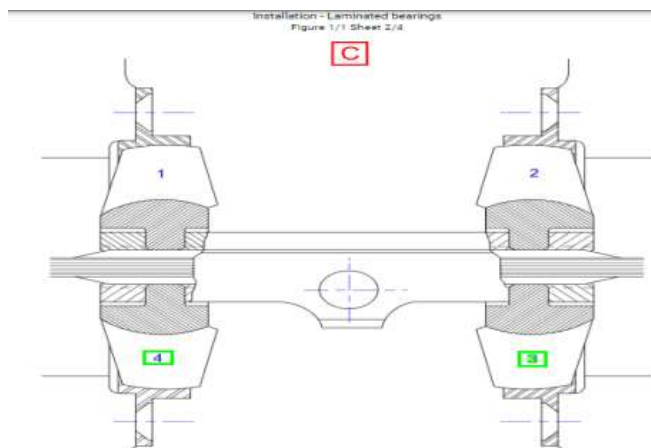
**Figura 43**  
Alineación de piezas



*Nota.* Representación de la alineación de las piezas con ayuda de la herramienta pasador. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

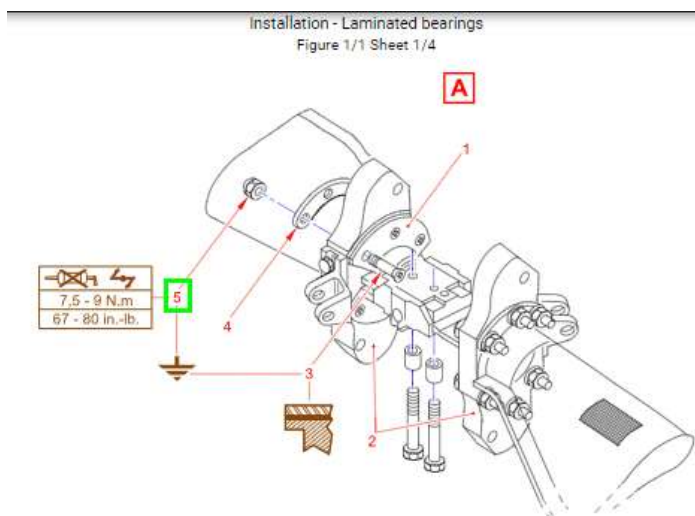
Fijamos el cuarto cojinete laminado con los tornillos (3), a los cuales se les debe aplicar el agente anticorrosivo CM 518, de esa manera evitar que se suelden metal con metal en la placa (4), colocar las tuercas (5), comenzar a apretar las tuercas con su respectivo torque, como se muestra en la fig. 46

**Figura 44**  
*Fijación de placas*



*Nota.* Se detalla la colocación de las placas con la colocación de un agente anticorrosivo. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

**Figura 45**  
*Torque de tuercas*



*Nota.* Se observa el ajuste y torque de las tuercas que sujetan los cojinetes laminados. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

### 3.8.19 Montaje del rotor de cola

El procedimiento para el montaje del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e está descrito de la carta técnica del manual de mantenimiento 64-10-00,4-2.

### 3.8.20 Herramientas especiales y materiales

- Herramienta de inmovilización de las palas del rotor de cola 350A92-1200-00

#### Materiales

- Agente anticorrosivo CM 518 (Mastinox)
- Piezas de cambio rutinario
- Pin (P/N 23310CA020030)

### 3.8.21 Instalación de herramienta de bloqueo

Con todas las medidas e instrucciones generales de seguridad de los conjuntos mecánicos AMM 60-00-00,3-1, proceder a inmovilizar la línea de transmisión de cola antes de realizar trabajos en el rotor de cola, ponga las palas (9) en posición neutral, luego aplicar el freno del rotor, instalar la herramienta [350A92-1200-00] (8) para inmovilizar las palas (9).

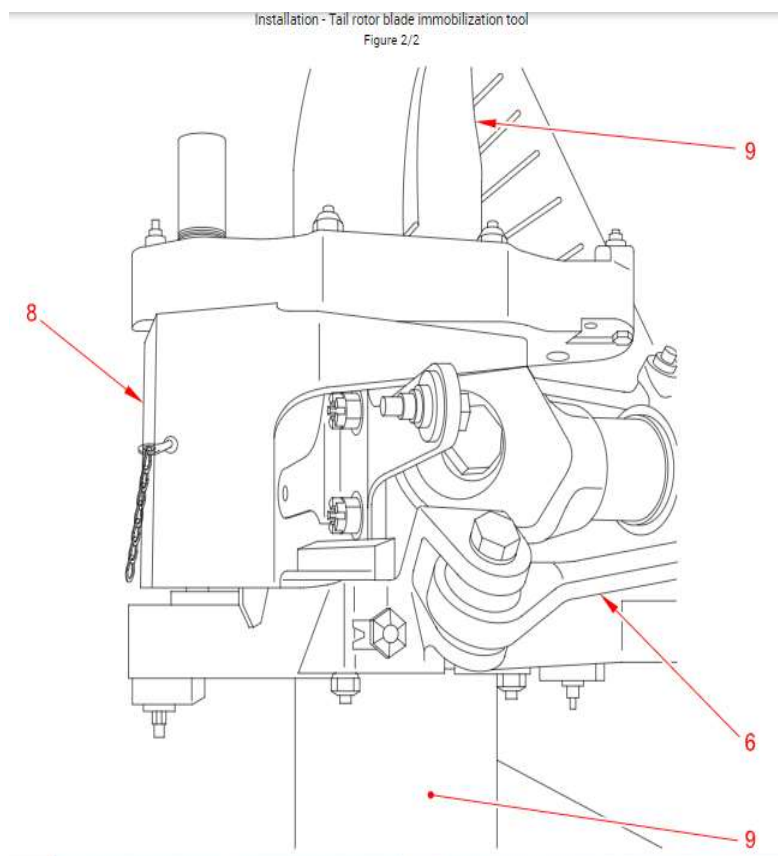
#### Figura 46

*Colocación de la herramienta de inmovilización*



*Nota.* Se muestra la inmovilización del rotor de cola con la herramienta de bloqueo del helicóptero Ecureuil H125.

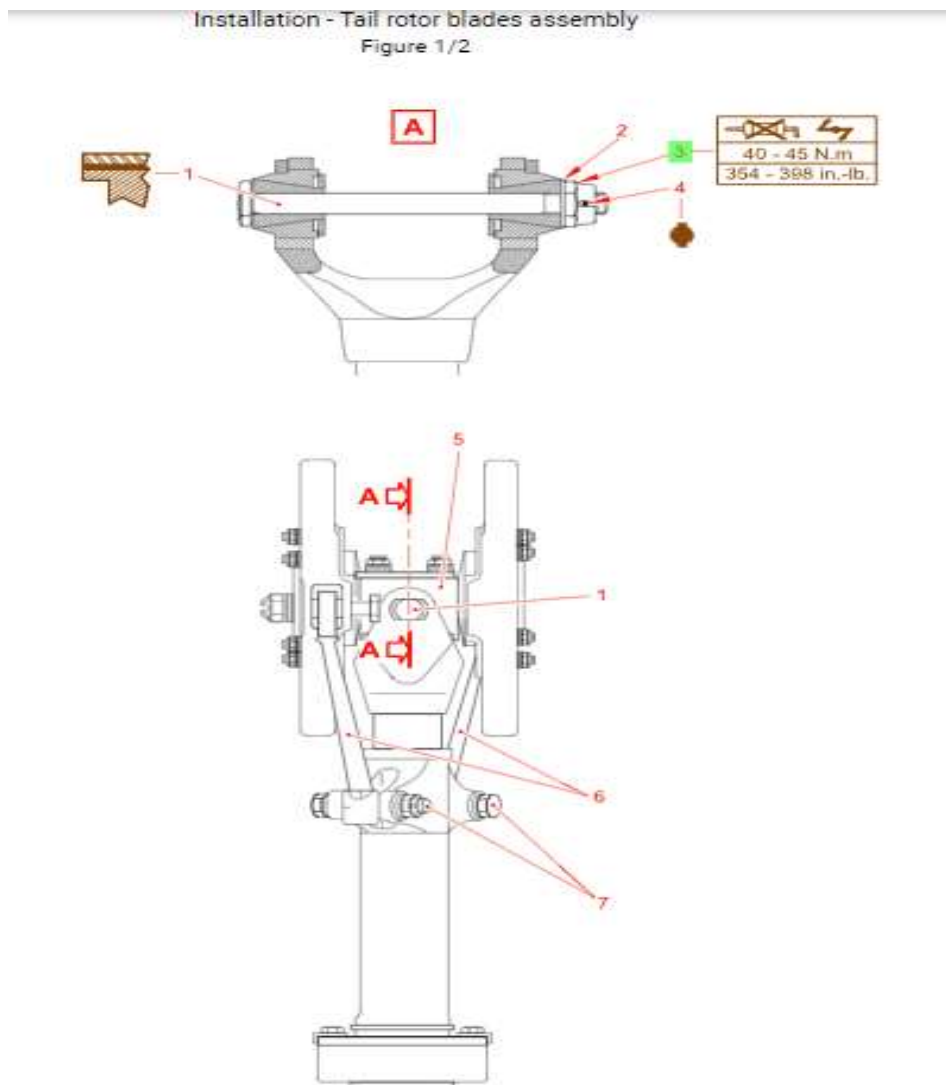
**Figura 47**  
*Inmovilización del rotor*



*Nota.* La ilustración representa la colocación de la herramienta de bloqueo del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H125. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

**PRECAUCIÓN:** Está prohibido mezclar las palas del rotor de cola PRE POST MOD OP5543 y las palas del rotor de cola con la nueva protección de arena POST MOD 075598, también está prohibido mezclar las antiguas protecciones de arena POST MOD OP5543 y las nuevas protecciones de arena POST MOD 075598 en la misma pala, tomar en cuenta la dirección de instalación de la tuerca (3) debe estar en el lado opuesto al peso de equilibrado del rotor más grande.

**Figura 48**  
*Instalación del rotor*



*Nota.* Representación gráfica de la instalación del rotor de cola con la dirección correcta de la tuerca. Tomado del manual de mantenimiento (KEYCOPTER, 2021).

### **3.8.22 Montaje del conjunto de palas del rotor de cola**

Instalamos el conjunto de las palas del rotor de cola, aplicamos el respectivo agente anticorrosivo CM 518 a la parte lisa del perno, como muestra la figura 51, luego proceder a instalar el perno, como muestra la figura 52, instalar las arandelas, como muestra la figura 52 luego instalamos y apretamos la tuerca, como muestra la figura 53, y por último aseguramos con un pasador como muestra la figura 54.

**Figura 49**  
*Aplicación de agente anticorrosivo*



*Nota.* Se observa la aplicación del agente anticorrosivo en la parte lisa del perno.

**Figura 50**  
*Instalación del perno*



*Nota.* Procedimiento de la instalación del perno para sujetar el rotor de cola.

**Figura 51**  
*Instalación de arandela y tuerca*



*Nota.* Instalación de la arandela y la tuerca en el perno de sujeción del rotor de cola.

**Figura 52**  
*Torque de la tuerca*



*Nota.* Se muestra el apriete de la tuerca con su respectivo torque utilizando un torquímetro.



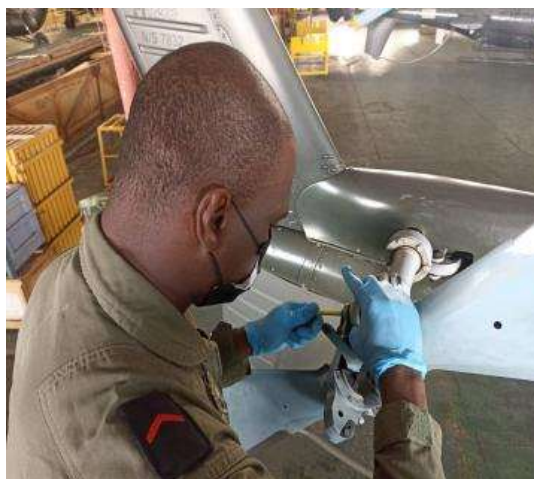
**Figura 53**  
*Instalación del pin de seguridad*



*Nota.* Colocación del pin de seguridad para evitar que la tuerca se afloje con las vibraciones.

Conectar las varillas de paso según el AMM 65-21-00,4-12, apretar y asegurar las tuercas de las bielas, figura 56 según el AMM 65-21-00,4-12, posteriormente proceder a dar el respectivo torque a las tuercas de las bielas, entre los rangos permisibles descritos en el manual de mantenimiento, como se muestra en la figura 57.

**Figura 54**  
*Conexión de las varillas de paso*



*Nota.* Se muestra la colocación de las varillas de paso al rotor de cola.

**Figura 55**  
*Puesta de arandelas y tuercas*



*Nota.* Se observa la colocación de las arandelas y tuercas en los pernos de sujeción de las varillas de paso al rotor de cola.

**Figura 56**  
*Torque de las tuercas*



*Nota.* Se evidencia el apriete de las tuercas de las varillas de paso con su respectivo torque utilizando un torquímetro.

### 3.8.23 *Desmontaje de herramienta de bloqueo*

Retirar la herramienta [350A92-1200-00], soltar el seguro perteneciente a la herramienta de bloqueo, luego sacar el pin que cruza los cuernos del rotor, con las debidas precauciones para no dañar la estructura del rotor de cola del helicóptero y por último retirar la herramienta de bloqueo.

Posterior a la desinstalación de la herramienta de bloqueo asegúrese de que el perno de fijación del conjunto de palas en el cuerpo del cubo está correctamente asegurado, asegúrese de que las varillas de paso están correctamente instaladas según el AMM 65-21-00,4-12, comprobar manualmente que el conjunto se mueva libremente hacia delante y hacia atrás con respecto al cuerpo del buje del rotor.

En caso de instalar un nuevo conjunto de rotor de cola realizar las operaciones de control según (AMM 64-10-00,6-1), (AMM 64-10-00,6-2), (AMM 64-10-00,6-3) siguiendo los procedimientos de los intervalos descritos en el MSM, luego continuar con el ciclo normal de intervalos, Realice un rodaje y efectúe una comprobación del desequilibrio (AMM 64-10-00,5-1).

#### **Figura 57**

*Retirada de la herramienta de inmovilización*



*Nota.* Procedimientos para retirar la herramienta de inmovilización del rotor de cola.

### 3.9 Comprobación del nivel de vibración del rotor principal y de cola

Para conocimiento de todo el personal de técnicos se procedió a sacar el equipo de corrección del nivel de vibración y a dar lectura de todas las medidas preventivas para no cometer errores, posterior el funcionamiento del equipo para conocimiento de todo el personal de técnicos del equipo de trabajo.

#### Figura 58

*Conocimiento del equipo*



*Nota.* Se muestra el equipo y medidas de seguridad para la corrección del nivel de vibración del rotor de cola.

#### 3.9.1 *Instalación del equipo de corrección de vibraciones*

Con ayuda del equipo de trabajo se procedió a dar lectura de los procedimientos a seguir durante la corrección de vibraciones, para posterior realizar la instalación del equipo de corrección de vibraciones en el rotor de cola siguiendo paso a paso el manual de mantenimiento, con todas las medidas de seguridad.

**Figura 59**  
*Instalación del equipo en el rotor de cola*



*Nota.* Se muestra la instalación del equipo en el rotor de cola.

Una vez instalado el equipo de corrección de vibraciones en el rotor de cola se procedió a instalar el equipo de corrección de vibración en el rotor principal para realizar la respectiva comprobación del nivel de vibración y de esa manera dejar alineado el rotor de cola y el rotor principal.

**Figura 60**  
*Instalación del equipo en el rotor de principal*



*Nota.* Se observa la instalación del equipo de corrección de vibraciones en el rotor principal.

### 3.9.2 Transporte de la aeronave a la plataforma

Se procede a anclar las llantas de transporte al helicóptero para subirlo y posterior con la ayuda del personal de técnicos y el equipo de línea de vuelo se procede a empujar el helicóptero para sacarlo del hangar a la plataforma para realizar la corrección de las vibraciones en vista que no se cuenta con una herramienta de remolque.

#### Figura 61

*Transporte del helicóptero Ecureuil H 125 B3e*



*Nota.* Es el traslado del helicóptero del hangar a la plataforma.

Al no contar con la herramienta que facilita el traslado del helicóptero del hangar a la plataforma y viceversa, se utiliza al personal de técnicos del equipo de trabajo y líneas de vuelo para empujar el helicóptero, por lo que al momento de empujar para mover el helicóptero puede causar agotamiento y en el peor de los casos sufrir lesiones corporales.

**Figura 62**  
*Agotamiento del personal*



*Nota.* Se evidencia el agotamiento del personal de técnicos al momento de movilizar el helicóptero del hangar a la plataforma.

Al no contar con una herramienta que facilite el traslado del helicóptero, se ha visto la necesidad de implementar una herramienta de remolque que facilite el transporte de la aeronave, y de esa manera precautelar la salud y la integridad del personal de técnicos y líneas de vuelo.

La herramienta de remolque es de gran ayuda para la sección del helicóptero Ecureuil H 125 B3e ya que de esa manera se ocupará menor número de técnicos para movilizar el helicóptero, y nos facilitará el traslado del helicóptero a la plataforma para la corrección de vibraciones, hacia la zona de gaseo, lavado de la aeronave, carreteo para la prueba de neumático, y otras tareas más.

**Figura 63**  
*Herramienta de remolque*



*Nota.* Es la herramienta de remolque del Helicóptero Ecureuil H 125 B3e.

### **3.9.3 Implementación de la herramienta de remolque**

Con la ayuda del personal especializado en soldas se procedió a revisar qué materiales son los necesarios para implementar la herramienta de remolque de la sección del helicóptero Ecureuil, antes de empezar con los trabajos se procedió a dar lecturas de las medidas de seguridad y el uso de los equipos de protección personal durante la estadía en el taller de soldas.

**Figura 64**  
*Equipo de protección*



*Nota.* El equipo de protección personal a ser utilizado en el taller de soldas.



**Figura 65**  
*Medición de piezas y tubos*



*Nota.* Son los instrumentos de medición y medición de piezas y de los diferentes tamaños de los tubos.

**Figura 66**  
*Corte de tubos*



*Nota.* Se muestran el corte de los diferentes tamaños de los tubos.

**Figura 67**  
*Limado de piezas*



*Nota.* Se observa el limado de las piezas para obtener el tamaño adecuado.

**Figura 68**  
*Soldado de piezas*



*Nota.* Se muestran el soldado, la unión de piezas y tubos.

Una vez terminado de ensamblar y pintar todas las piezas que componen la herramienta de remolque del helicóptero se procede a realizar el montaje en el helicóptero para realizar las debidas pruebas y de ser el caso realizar las debidas correcciones, una vez probada la herramienta se procede a remolcar el helicóptero del hangar a la plataforma.

**Figura 69**  
*Montaje de herramienta*



*Nota.* La representación gráfica del montaje de la herramienta en el helicóptero.

Al momento de utilizar la herramienta de remolque se utilizará menor cantidad de personal, menor esfuerzo físico ya que se utilizará un remolcador, y de esa manera evitar el agotamiento del personal de técnicos y líneas de vuelo y también evitar lesiones corporales, también nos ayuda a mantener el distanciamiento social, como medida de seguridad ya que no se necesitaría mucho personal.

**Figura 70**  
*Remolque de la aeronave*



*Nota.* El remolque del helicóptero del hangar a la plataforma.

### **3.9.4 Comprobación del nivel de vibración**

Una vez la aeronave puesta en el helipuerto se procede a encender para verificar si estaba dentro de los parámetros, y en el primer corrido se pudo verificar que la aeronave no estaba dentro del rango permitido, para lo cual con la ayuda del manual y el equipo de corrección del nivel de vibración se pudo interpretar la lectura de los equipos, se llegó a la conclusión que hacía falta peso en el rotor de cola, se procede a colocar el peso requerido en el rotor de cola y luego a proceder a realizar otro encendido del helicóptero en donde se pudo verificar que tanto el rotor principal como el rotor de cola están dentro del rango permitido, como siguiente procede a realizar el vuelo de comprobación.

**Figura 71**  
*Corrección de vibraciones*



*Nota.* Manejo e interpretación del equipo de corrección del nivel de vibración.

**Figura 72**  
*Vuelo de comprobación*



*Nota.* Representación del vuelo de comprobación del nivel vibratorio.

Durante el vuelo de comprobación del nivel de vibración, se verifica el equipo que las vibraciones están dentro del rango permitido, quedando la aeronave en condiciones operables lista para cumplir con las misiones encomendadas a la sección del helicóptero Ecureuil H 125 B3e por el escalón superior.

## Capítulo IV

### 4. Conclusiones y Recomendaciones

#### 4.1 Conclusiones

- Se recopiló toda la información técnica necesaria de los manuales de mantenimiento del helicóptero Ecureuil H 125 B3e, con una lectura profunda y analítica comprendiendo cada una de las tareas descritas en la inspección de 150 horas del rotor de cola del helicóptero, donde viene detallado paso a paso los procedimientos necesarios para la utilización de las herramientas normales y especiales y de esa manera cumplir a cabalidad la tarea de mantenimiento.
- Se implementó la herramienta de remolque del helicóptero Ecureuil H 125 B3e, el cual fue de mucha ayuda para el personal de técnicos y líneas de vuelo, para cumplir las diferentes tareas de mantenimiento, ya que dicha herramienta puede ser usada para realizar comprobación de neumáticos, amortiguadores, gaseo, corrección del nivel vibratorio, entre otras, con esto se ahorra fuerzas y tiempo en el cumplimiento de dichas tareas.
- Se realizó la tarea de mantenimiento 64-10-00,4-3, concerniente a la inspección del rotor de cola del helicóptero Ecureuil H 125 B3e, de acuerdo al manual de mantenimiento y documentación aplicable a dicha aeronave, previamente a la realización de esta tarea se dio lectura de las medidas de seguridad y la importancia del uso del equipo de protección personal.
- Se instaló el equipo de corrección del nivel de vibración para posterior sacar el helicóptero a la plataforma y poder realizar los encendidos y proceder con las correcciones de vibración necesarias, dejando las vibraciones dentro de los rangos permitidos, posteriormente se retiró el equipo de corrección del nivel vibratorio del helicóptero quedando el helicóptero en condiciones aeronavegables.

## 4.2 Recomendaciones

- Se recomienda seguir paso a paso los procedimientos descritos en el manual de mantenimiento del helicóptero Ecureuil H 125 B3e, para tener las debidas medidas de seguridad, y no cometer errores al momento de realizarlas de memoria, de esa manera precautelar la integridad del personal y material.
- Es recomendable la utilización de la herramienta de remolque del helicóptero Ecureuil H 125 B3e, al requerir que el helicóptero sea movido, ya que con esta se evitaría el agotamiento del personal y en el peor de los casos sufrir alguna lesión.
- Se debe usar frecuentemente los equipos de protección personal ya que los mismos ayudarán al personal de técnicos a disminuir en gran cantidad el riesgo de sufrir accidentes o incidentes laborales al momento de realizar las diferentes tareas de mantenimiento.
- Usar la herramienta de remolque, solamente para el helicóptero que fue implementado, ya que una utilización incorrecta de la herramienta, daría lugar a un deterioro de los materiales de la herramienta de remolque.

## Glosario

### A

**Airbus:** Nombre de fábrica francesa diseñadora de piezas aeronáuticas.

**Ariel 2D:** Tipo de motor de un helicóptero de fabricación francesa.

### B

**Brigada:** Unidad militar o sitio donde se encuentran ubicadas varias unidades militares para cumplir diversas misiones encomendadas por el escalón superior.

**Búsqueda y rescate:** Es el empleo del equipo para llegar a lugares de difícil acceso.

### E

**Evacuación aeromédica:** Es el transporte de personal herido por vía aérea.

**Ecureuil:** Modelo de aeronave de fabricación francesa.

### H

**Helicóptero:** Aeronave de ala rotativa.

**Herramienta de bloqueo:** Es la que permite que el rotor de cola esté bloqueado.

### I

**Inspección:** Son los procedimientos para la verificación de anomalías en los elementos en una aeronave.

### M

**Mantenimiento:** Ejecución de tareas requeridas para asegurar los trabajos de mantenimiento y mantener la aeronavegabilidad de las aeronaves.

**Mastinox:** Pasta amarilla que evita la corrosión o soldadura en las piezas o pernos.



**N**

**Nudo:** Unidad de medida de velocidad utilizada para la navegación aérea.

**R**

**Rotor de cola:** Hélice pequeña montada en la parte trasera del helicóptero para contrarrestar el par anti torque producido por el rotor principal.

**Rotor principal:** Parte rotatoria del helicóptero proporciona la sustentación.

**V**

**Vibración:** movimiento excesivo de componentes rotatorios que pueden causar lesiones al personal o que las piezas se desacoplen.

## Abreviaturas

### A

**AMM:** Manual de Mantenimiento de la Aeronave

**AFM:** Manual de vuelo de la aeronave

**ATA:** Asociación de Transporte Aéreo

### B

**B.A.E:** Brigada de Aviación del Ejército

### C

**CEMAE:** Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército

### F

**FCOM:** Manual de Operaciones de la Tripulación de Vuelo

### I

**IPC:** Catálogo Ilustrado de Partes

### S

**SAE:** Servicio Aéreo del Ejército

**SRM:** Manual de Reparaciones Estructurales

### W

**WDM:** Manual de diagrama de cableado

## Bibliografía

- AIRBUS. (2021). Helicóptero Ecureuil H 125. Recuperado el 09 de enero del 2022, de <https://www.airbus.com/en>. Obtenido de <https://www.airbus.com/en>.  
<https://idp.airbushelicopters.com/idp/SSO.saml2>
- Diram. (2016). *Parte 06 Mantenimiento Aeronáutico*. Recuperado el 23 de enero del 2022, de <https://www.fuerzas-armadas.mil.ar/Dependencias/DIGAMC-Documentacion/Normas-Vigentes/DIRAM/PDF%20DIRAM%206%20Rev.%207%20controlada.pdf>
- Flightliteracy. (2018). Aircraft Maintenance. Flight Literacy. Recuperado el 26 de enero del 2022. <https://www.flightliteracy.com/>
- Guerrero, F. (2017). *043 RDAC MANTENIMIENTO. DGAC*. Recuperado el 24 de enero del 2022, de <https://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/5-RDAC-043-Nueva-Edicio%CC%81n-Rev.-6-11-oct-2017.pdf>
- KEYCOPTER. (2021). *Manual de mantenimiento*. Recuperado el 17 de enero del 2022, de [https://orion.airbus.com/pub/as350-b2b3\\_015-00\\_en-en/015.00/du/AMMPM-B2B3-LOEDU/fulltext/default](https://orion.airbus.com/pub/as350-b2b3_015-00_en-en/015.00/du/AMMPM-B2B3-LOEDU/fulltext/default)
- Rivadeneira, C. (2020). *Historia del Arma Aviación del Ejército*. Recuperado el 15 de diciembre del 2021, de <https://ejercitoecuadoriano.mil.ec/institucion/fftt/sistema-de-armas/aviacion-del-ejercito#:~:text=La%20Aviaci%C3%B3n%20del%20Ej%C3%A9rcito%20naci%C3%B3n,hacia%20el%20Comando%20del%20Ej%C3%A9rcito>.
- Eurocopter. (1998). Manual de Mantenimiento. Recuperado el 25 de enero del 2022, de <https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/18653/TALLER%20DE%20MANTENIMIENTO%20DE%20HELIC%C3%93PTEROS..pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Donald, D. (1997). The Complete Encyclopedia of World Aircraft. Recuperado el 02 de enero del 2022, de [http://www.aviastar.org/helicopters\\_eng/gazelle.php](http://www.aviastar.org/helicopters_eng/gazelle.php)

# **Anexos**