



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Inspección de la caja de transmisión principal de motor Artouste 3B de fabricación francesa, mediante la carta de trabajo 40-12-601 para los helicópteros Lama SA-315B perteneciente a la 15 BAE “Paquisha”

Guepud Ayala, Franklin Alexander

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Mecánica Aeronáutica Mención Aviones

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

Tlgo. Arévalo Rodríguez, Esteban Andrés

Latacunga, 09 de marzo 2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

Certificación

Certifico que la monografía , **Inspección de la caja de transmisión principal de motor Artouste 3B de fabricación francesa, mediante la carta de trabajo 40-12-601 para los helicópteros Lama SA-315B perteneciente a la 15 BAE “Paquisha”** fue realizado por el señor **Guepud Ayala, Franklin Alexander** 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 09, de marzo del 2021

Tlgo. Arévalo Rodríguez, Esteban Andrés

C.C.: 0604248062

Reporte de verificación



Document Information

Analyzed document Monografía_Guepud_Franklin.pdf (D97787641)
Submitted 3/9/2021 11:45:00 PM
Submitted by
Submitter email ffguepud@espe.edu.ec
Similarity 8%
Analysis address eaarevalo1.espe@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / IMPRIMIR.docx Document IMPRIMIR.docx (D26426422) Submitted by: pillasfou_19@hotmail.es Receiver: Imarellano1.espe@analysis.orkund.com		1
SA	MONOGRAFÍA_CHICAIZA GUAMANGALLO JOSÉ IVÁN.docx Document MONOGRAFÍA_CHICAIZA GUAMANGALLO JOSÉ IVÁN.docx (D77067080)		5
SA	MONOGRAFÍA GONZALEZ DAVID.docx Document MONOGRAFÍA GONZALEZ DAVID.docx (D62831527)		11
W	URL: https://ejercitoequatoriano.mil.ec/institucion/fftt/sistema-de-armas/aviacion-del-... Fetched: 3/9/2021 11:47:00 PM		6
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / urkn.docx Document urkn.docx (D26464649) Submitted by: pillasfou_19@hotmail.es Receiver: eszabala.espe@analysis.orkund.com		1
SA	Envio Urkund Sr tandalla Holguer.pdf Document Envio Urkund Sr tandalla Holguer.pdf (D62842577)		2
W	URL: https://www.heli-archive.ch/en/helicopters/in-depth-articles/aerospatiale-sa-315b-... Fetched: 3/9/2021 11:47:00 PM		1
W	URL: https://www.anbuppe.com/what-are-personal-protective-equipment/ Fetched: 3/9/2021 11:47:00 PM		1

Tlgo. Arévalo Rodríguez Esteban Andrés

C.C.: 0604248062



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

Responsabilidad de auditoría

Yo, **Guepud Ayala Franklin Alexander**, con cédula de ciudadanía N° **0401421987**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Inspección de la caja de transmisión principal de motor Artouste 3B de fabricación francesa, mediante la carta de trabajo 40-12-601 para los helicópteros Lama SA-315B perteneciente a la 15 BAE "Paquisha"** 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 09, de marzo del 2021

A handwritten signature in blue ink is positioned above a horizontal line. The signature is cursive and appears to read 'Guepud Ayala Franklin Alexander'.

GUEPUD AYALA FRANKLIN ALEXANDER

C.C.: 0401421987



**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA
CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES**

Autorización de publicación

Yo, **GUEPUD AYALA, FRANKLIN ALEXANDER**, con cédula de ciudadanía N° **0401421987**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: Título: **INSPECCIÓN DE LA CAJA DE TRANSMISIÓN PRINCIPAL DE MOTOR ARTOUSTE 3B DE FABRICACIÓN FRANCESA, MEDIANTE LA CARTA DE TRABAJO 40-12-601 PARA LOS HELICÓPTEROS LAMA SA-315B PERTENECIENTE A LA 15 BAE “PAQUISHA”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga 09, de marzo del 2021

GUEPUD AYALA, FRANKLIN ALEXANDER

C.C.: 0401421987

Dedicatoria

La presente monografía quiero dedicarle al forjador de mi camino a Dios celestial por permitirme cumplir con una meta más en mi vida, quien me permite sobresalir con alegría ante todas mis metas trazadas y que son el resultado de la ayuda incondicional y motivación para salir adelante cada día.

A mi esposa Gabriela e hija Abigail pues ellas son el principal cimiento para la construcción de mi vida profesional y continuar con ella, su amor y su apoyo han permitido que me mantenga sólido en la toma de mis decisiones y en cada uno de mis pasos que me he propuesto alcanzar.

GUEPUD AYALA, FRANKLIN ALEXANDER

Agradecimiento

Agradezco infinitamente a Dios por darme su bendición y permitirme estar en este mundo con lo más valioso que es la vida, en especial a mi esposa Gabriela quien siempre me da su amor y cariño incondicional que gracias a sus magnánimos consejos he sabido salir adelante para fortalecerme en la construcción de nuestras vidas. A mi hija Abigail quien es el motor principal para motivarme y luchar con cualquier obstáculo.

Finalmente, agradecer a mis docentes quienes con sus conocimientos y personas de sabiduría me guiaron en el aprendizaje y realizar mi monografía, gracias a la prestigiosa Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por abrirme las puertas de sus aulas que fueron el seno de obtener mis conocimientos.

GUEPUD AYALA, FRANKLIN ALEXANDER

Tabla de contenidos

Carátula	1
Certificación	2
Reporte de verificación	3
Responsabilidad de auditoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos	8
Índice de figuras	12
Índice de tablas	15
Resumen	16
Abstract	17
Problema de investigación	18
Tema	18
Antecedentes	18
Planteamiento del problema	19
Justificación e importancia	20
Objetivos	21
General	21
Específicos	21
Alcance	22
Marco teórico	23

Reseña histórica de la Aviación del Ejército	23
Historia del Helicóptero Lama SA 315-B	25
Generalidades del Helicóptero Lama SA 315-B	26
<i>Datos técnicos del Helicóptero Lama SA 315-B</i>	27
<i>Características principales del helicóptero Lama SA 315-B</i>	29
<i>Limitaciones del Helicóptero Lama SA 315-B</i>	30
Estructura del Helicóptero Lama SA 315-B	31
Motor Artouste 3B del helicóptero Lama SA 315-B	32
<i>Generalidades</i>	32
<i>Indicadores del motor Artouste 3B</i>	33
<i>Lubricación del motor Artouste 3B</i>	33
Rotores y transmisión	33
<i>Rotor principal</i>	33
<i>Rotor antipar</i>	34
<i>Transmisión</i>	34
Mandos de vuelo	34
<i>Mando cíclico</i>	35
<i>Mando de paso general</i>	36
<i>Mando de guiñada</i>	37
Generación eléctrica del helicóptero Lama SA 315-B	38
<i>Generación de corriente continua</i>	38
Generación hidráulica del helicóptero Lama SA 315-B.	39
<i>Servo-mandos</i>	39

Suministro de combustible del helicóptero Lama SA 315-B..	40
<i>Circuito de arranque</i>	41
<i>Circuito principal de combustible</i>	41
<i>Control y seguridad</i>	41
Operaciones de mantenimiento	42
<i>Inspecciones periódicas</i>	42
<i>Inspecciones progresivas</i>	44
<i>Inspecciones especiales</i>	44
Caja de transmisión principal del helicóptero Lama	45
<i>Control de la caja de transmisión principal</i>	45
Desarrollo del tema	47
Preliminares	47
Recopilación de información técnica	48
Medidas de seguridad	48
Herramienta especial plataforma de trabajo	50
<i>Características</i>	50
<i>Funcionamiento</i>	50
<i>Materiales y herramientas utilizadas para la habilitación</i>	51
<i>Habilitación de la herramienta especial</i>	52
Pruebas de funcionamiento	64
Preparación del helicóptero	64
<i>Hangar para realizar la inspección del helicóptero</i>	65
Manuales, herramientas y materiales para la inspección	66

	11
<i>Manuales de mantenimiento</i>	66
<i>Herramientas</i>	67
<i>Material expandible</i>	67
Ejecución de la carta de trabajo N° 40-12-601	68
<i>Verificación de frenado</i>	69
<i>Estanqueidad de la C.T.P.</i>	72
<i>Corrosión, pintura y estado en general</i>	73
<i>Sobrecalentamiento de la C.T.P</i>	73
<i>Conexiones eléctricas</i>	74
<i>Verificación de puntos de fricción de la C.T.P</i>	75
<i>Puesta en condición</i>	76
Conclusiones y Recomendaciones	77
Conclusiones	77
Recomendaciones	77
Bibliografía	79
ANEXOS	80

Índice de figuras

Figura 1. <i>Helicóptero Lama</i>	26
Figura 2. <i>Helicóptero Lama SA 315-B</i>	27
Figura 3 <i>Dimensiones principales del helicóptero Lama SA 315-B</i>	28
Figura 4. <i>Características de helicóptero Lama SA 315-B</i>	29
Figura 5. <i>Limitaciones del helicóptero Lama SA 315-B</i>	30
Figura 6. <i>Partes estructurales del helicóptero Lama</i>	31
Figura 7. <i>Motor Artouste 3B</i>	32
Figura 8. <i>Esquema del mando cíclico</i>	36
Figura 9. <i>Mando estructural de paso general</i>	37
Figura 10. <i>Esquema del control de guiñada</i>	38
Figura 11. <i>Componentes de la instalación eléctrica del helicóptero Lama</i> ..	39
Figura 12. <i>Esquema de funcionamiento de servomandos</i>	40
Figura 13. <i>Circuito de combustible</i>	41
Figura 14. <i>Esquema del circuito de combustible</i>	42
Figura 15. <i>Tipos de inspección</i>	43
Figura 16. <i>Inspecciones especiales</i>	44
Figura 17. <i>Caja de transmisión principal</i>	45
Figura 18. <i>Control de la caja de transmisión principal</i>	46
Figura 19. <i>Manuales de la aeronave</i>	48
Figura 20. <i>Equipo de protección personal (EPP)</i>	49
Figura 21. <i>Plataforma de trabajo</i>	50
Figura 22. <i>Ubicación de las plataformas de trabajo</i>	51
Figura 23. <i>Plataforma de trabajo 3130_95_00.026</i>	53
Figura 24. <i>Decapado de la Pintura</i>	53
Figura 25. <i>Remoción de pintura</i>	54
Figura 26. <i>Lámina de aluminio 2024-T3</i>	54
Figura 27. <i>Trazado y corte de la lámina de aluminio</i>	55

Figura 28. <i>Desbaste de la lámina de aluminio</i>	55
Figura 29. <i>Perforación en la lámina</i>	56
Figura 30. <i>Tratamiento anticorrosivo a la lámina de aluminio</i>	56
Figura 31. <i>Tratamiento anticorrosivo a los soportes de la herramienta</i>	57
Figura 32. <i>Sujeción de las partes de la herramienta</i>	57
Figura 33. <i>Remachado de la herramienta especial</i>	58
Figura 34. <i>Limpieza de las partes de la herramienta</i>	58
Figura 35. <i>Soporte de escalera</i>	59
Figura 36. <i>Preparación para el pintado</i>	59
Figura 37. <i>Primera capa de primer</i>	60
Figura 38. <i>Pintado de las partes de la herramienta</i>	60
Figura 39. <i>Proceso final del pintado</i>	61
Figura 40. <i>Terminado de la pintura</i>	61
Figura 41. <i>Lámina de aluminio con la cinta antiderapante</i>	62
Figura 42. <i>Soportes de escalera con la cinta antiderapante</i>	62
Figura 43. <i>Soportes de apoyo pintados</i>	63
Figura 44. <i>Plataforma de trabajo habilitada</i>	63
Figura 45. <i>Pruebas de funcionamiento de la herramienta especial</i>	64
Figura 46. <i>Remolque del helicóptero</i>	65
Figura 47. <i>Helicóptero en el hangar</i>	66
Figura 48. <i>Manuales, materiales y herramientas</i>	68
Figura 49. <i>Mesa de trabajo</i>	68
Figura 50. <i>Plataforma de trabajo instalada para la inspección</i>	69
Figura 51. <i>Torque de pernos</i>	69
Figura 52. <i>Verificación de torque</i>	70
Figura 53. <i>Frenado de pernos</i>	70
Figura 54. <i>Proceso de marcación de líneas de fe</i>	71
Figura 55. <i>Verificación de las líneas de fe</i>	71

Figura 56. <i>Unión de corona montado al cárter</i>	72
Figura 57. <i>Nivel de aceite de la C.T.P.</i>	72
Figura 58. <i>Inspección de corrosión</i>	73
Figura 59. <i>Verificación de sobrecalentamiento</i>	73
Figura 60. <i>Limpieza de conectores</i>	74
Figura 61. <i>Verificación de los conectores</i>	74
Figura 62. <i>Limpieza del transmisor tacométrico</i>	75
Figura 63. <i>Verificación de puntos de fricción de la C.T.P</i>	75
Figura 64. <i>C.T.P operable</i>	76
Figura 65. <i>Desmontaje de la plataforma de trabajo</i>	76

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Materiales y herramientas</i>	51
Tabla 2 <i>Manuales de mantenimiento</i>	66
Tabla 3 <i>Herramientas para la inspección</i>	67
Tabla 4 <i>Material expandible</i>	67

Resumen

La presente monografía comprende, realizar una inspección al helicóptero Lama SA 315-B de acuerdo a las instrucciones de la casa fabricante y por justa razón a las normativas de mantenimiento que se dan en la 15 BAE "Paquisha". Una de las partes a realizar el mantenimiento en el helicóptero es la caja de transmisión principal donde se encuentran especialmente el cárter principal, la corona fija, y los tres indicadores de presión, aceite y temperatura para este tipo de inspección es necesario utilizar una herramienta especial conocida como plataforma de trabajo que permite ejecutar esta tarea de mantenimiento de una manera cómoda, eficiente y que garantiza la seguridad del personal técnico como de la aeronave; lo que conlleva a que la aeronave esté operable y en perfectas condiciones con el objetivo que el helicóptero esté disponible en cualquier momento que se requiera para operaciones y de la misma manera evitar que sufra incidentes peor aún futuros accidentes lo que hace indispensable realizar todos los ítems inspección de la caja de transmisión principal; es decir, la verificación del frenado de los ensamblados roscados, estanqueidad de la C.T.P, corrosión y pintura, sobrecalentamiento y conexiones eléctricas, de esta manera beneficiar al personal técnico del Centro de Mantenimiento del Ejército. Finalmente sustituir todos los elementos en mal estado y emplear principalmente la herramienta especial antes mencionada, a fin de alargar el potencial de vuelo del helicóptero Lama SA 315-B.

Palabras clave:

- **CÁRTER PRINCIPAL**
- **PAR CÓNICO PRINCIPAL**
- **C.T.P (CAJA DE TRANSMISIÓN PRINCIPAL)**

Abstract

This monograph includes, to carry out an inspection of the helicopter Lama SA 315-B according to the manufacturer's instructions and for just reason to the maintenance regulations given in the 15 BAE "Paquisha". One of the parts to be maintenance on the helicopter is the box transmission principal where especially the main crankcase is located, the fixed crown, and the three gauges for pressure, oil, and temperatura For this type of inspection it is necessary to use a special tool known as a work platform that allows this maintenance task to be carried out in a comfortable and efficient manner, guaranteeing the safety of both the technical personnel and the aircraft; This will ensure that the aircraft is operable and in perfect condition with the objective that the helicopter is available at any time it is required for operations and in the same way to avoid suffering incidents and even worse future accidents, which makes it essential to perform all the inspection items of the box transmission principal; the main transmission box, i.e. verification of the braking of the threaded assemblies, B.T.P. sealing, corrosion and painting, overheating and electrical connections, thus benefiting the technical personnel of the Army Maintenance Center. Finally, replace all the elements in poor condition and use mainly the special tool mentioned above, in order to extend the flight potential of the Lama SA 315-B helicopter.

Key words:

- **MAIN CRANKCASE**
- **MAIN CONICAL TORQUE**
- **B.T.P (BOX TRANSMISSION PRINCIPAL)**

Capítulo I

1. Problema de investigación

1.1 Tema

Inspección de la caja de transmisión principal de motor Artouste 3b de fabricación francesa, mediante la carta de trabajo 40-12-601 para los helicópteros lama sa-315b perteneciente a la 15 BAE "Paquisha"

1.2 Antecedentes

La Brigada de Aviación del Ejército 15-BAE "PAQUISHA", posee helicópteros Lama de fabricación francesa que son aeronaves de ala rotatoria de multipropósito poseen un motor modelo Artouste 3B, el helicóptero está equipado con una cabina no presurizada operada por una tripulación básica compuesta por piloto, copiloto y tres pasajeros, posee un tren de aterrizaje fijo tipo patín y alcanza una velocidad de crucero de 90 nudos que se emplea para apoyo logístico, evacuación aeromédica, reconocimiento, transporte y combate.

La Brigada de Aviación del Ejército 15-BAE "PAQUISHA", cuenta con vario talleres equipados y adecuados para realizar tareas de mantenimiento, inspección, remoción e instalación de componentes, el presente proyecto propone inspeccionar la caja de transmisión principal del helicóptero Lama SA-315B , mediante el uso de la herramienta especial, que facilitará y permitirá cumplir con la inspección según la carta de trabajo N° 40-12-601 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.

1.3 Planteamiento del problema

La sección Lama, 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 la inspección de la Caja de Transmisión Principal, para lo cual se requiere de la ayuda de una herramienta especial, que permitirá cumplir con los ítems de inspección y cartas de trabajo dados por el manual del fabricante.

El Lama SA 315B es un helicóptero pequeño de fabricación francesa equipado con un motor Artouste 3B 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 Lama realice la inspección de la caja de transmisión principal, 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 se ve en la necesidad de habilitar la herramienta especial que está dada por el fabricante en el manual del helicóptero. Actualmente el helicóptero Lama SA 315-B es utilizado para realizar misiones que ayudan positivamente al desarrollo de las comunidades del territorio ecuatoriano.

Con la habilitación de la herramienta especial aplicada para la inspección de la caja de transmisión principal 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 Lama 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 SA 315-B y continuar con la aeronavegabilidad de la sección Lama.

1.4 Justificación e importancia

El Ejército Ecuatoriano al contar con helicópteros Lama 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 Lama está en las capacidades de realizar inspecciones para mantener la aeronavegabilidad de las aeronaves, en la actualidad la sección del helicóptero Lama no cuenta con la herramienta especial habilitada para la ejecución de la tarea de mantenimiento de inspección de la caja de transmisión principal 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 inspección de la caja de transmisión principal del helicóptero Lama, también se ve reflejado en la disminución de personal técnico, material, tiempo y economía al momento de la inspección de la Caja de Transmisión Principal que entran a mantenimiento, que permite crear un ambiente de trabajo seguro y ergonómico.

Este proyecto será factible para su habilitación debido a que se cuenta con información técnica del fabricante y del personal técnico 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 habilitación de la herramienta especial del helicóptero Lama.

1.5 Objetivos

1.5.1 General

Inspeccionar la caja de transmisión principal del motor Artouste 3B, mediante la utilización de la herramienta especial con la aplicación la tarea de mantenimiento N° 40-12-601 para la ejecución del trabajo horas del personal técnico de la sección del helicóptero Lama SA-315B perteneciente a la 15 BAE "PAQUISHA"

1.5.2 Específicos

- Recopilar la información y características técnicas acerca de la herramienta especial plataforma de trabajo que se va a emplear para la inspección de la caja de transmisión principal del helicóptero Lama SA-315B.
- Implementar la herramienta especial de acuerdo a las características técnicas del manual de mantenimiento de las cartas de trabajo del helicóptero Lama SA-315B.
- Ejecutar la comprobación de la herramienta especial de acuerdo a la tarea de mantenimiento con las respectivas normas de seguridad aplicadas por la casa fabricante del helicóptero Lama SA-315B.

1.6 Alcance

El presente proyecto ayudará al personal técnico que los trabajos se realicen de acuerdo a los procedimientos y estándares de aeronavegabilidad establecidos por la documentación técnica del helicóptero Lama SA- 315B y también nos facilitará a ejecutar no solo inspecciones de la Caja de Transmisión Principal del motor Artouste 3B, sino también al montaje, desmontaje, inspección de corrosión y frenado de toda la Caja de Transmisión Principal y entre otras tareas de mantenimiento en el cual se requiere el empleo de esta herramienta especial 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 Club en 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 fortalece 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, Ariel 1B
- 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.

2.2 Historia del Helicóptero Lama SA 315-B

El 17 de marzo de 1969 el piloto francés Ronald Coffignot ayudado del ingeniero Gerard Boutin realizaron su primera prueba de vuelo, su objetivo de construcción fue para cumplir con misiones de grandes alturas y que luego fue aprobado por varios pilotos, se caracterizaba por su robustez, fuerza, resistencia a las operaciones que demandaban trabajos duros por estas principales cualidades han dado consideración y gran prestigio desde su aparición.(Bazzani, s. f.)

El helicóptero realizó varias pruebas de demostración celebradas en 1969 en la región de Karakórum, una cadena montañosa situada al noroeste del Himalaya, el helicóptero SA 315-B realizó varios despegues y aterrizajes debido a eso la casa fabricante eligió el nombre de un animal inspirado en la alpaca sudamericana que básicamente se usaba como animal de carga en altas cordilleras montañosas, y desde 1970 este helicóptero se conoce oficialmente como Lama. Varios países de Sudamérica emplean el helicóptero, Argentina, Chile, Bolivia, Ecuador, El Salvador y Perú que básicamente lo utilizan para misiones de búsqueda, rescate y suministro.(Bazzani, s. f.)

Figura 1.*Helicóptero Lama*

Nota. La figura muestra al primer Helicóptero utilizado por la Fuerza Aérea de la India. Tomado de (Bazzani, s. f.)

2.3 Generalidades del Helicóptero Lama SA 315-B

El SA 315-B Lama es un helicóptero ligero multifunción de fabricación francesa, propulsado por un motor Artouste 3B, su velocidad máxima es de 113 nudos, velocidad de crucero de 90 nudos y su autonomía de vuelo es de 2:30 horas, el techo máximo de alcance es de 23000 pies cuenta con un tren de aterrizaje tipo patín, realiza vuelos tipo VFR/IFR con una tripulación de 2 pilotos y tres pasajeros.

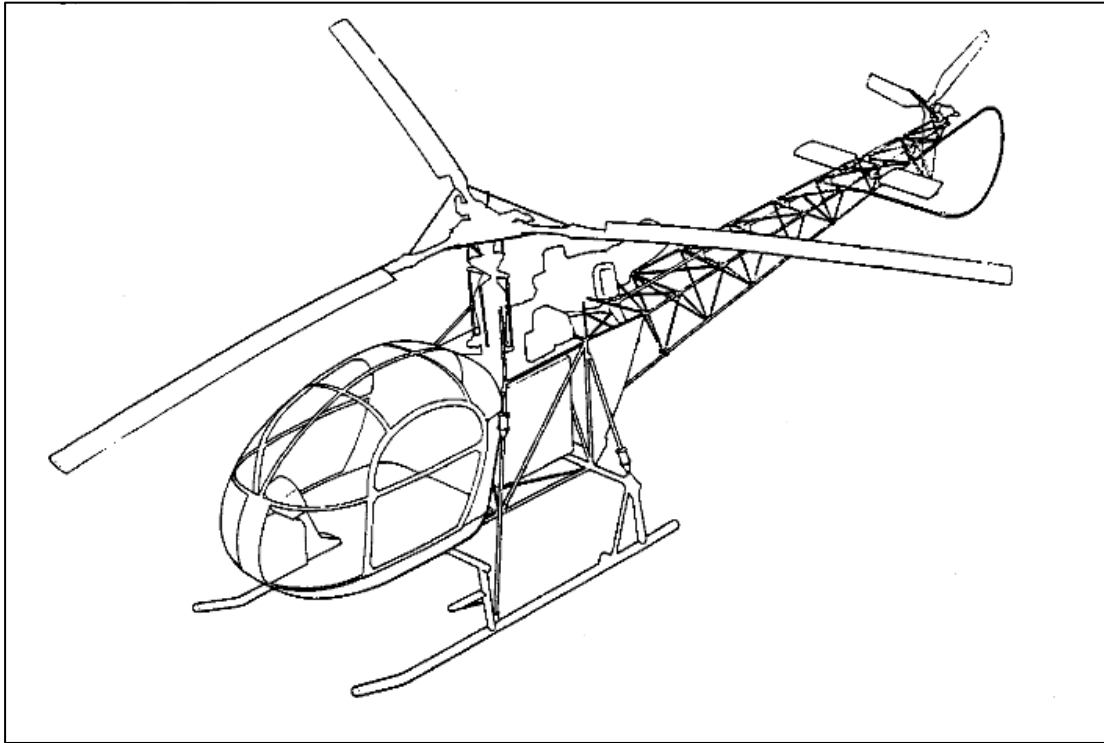
Sus misiones principales que actualmente usa la Aviación del Ejército son:

- Transporte y asalto
- Apoyo logístico
- Apoyo al desarrollo Nacional
- Evacuación Aeromédica

- Reconocimiento
- Combate

Figura 2.

Helicóptero Lama SA 315-B



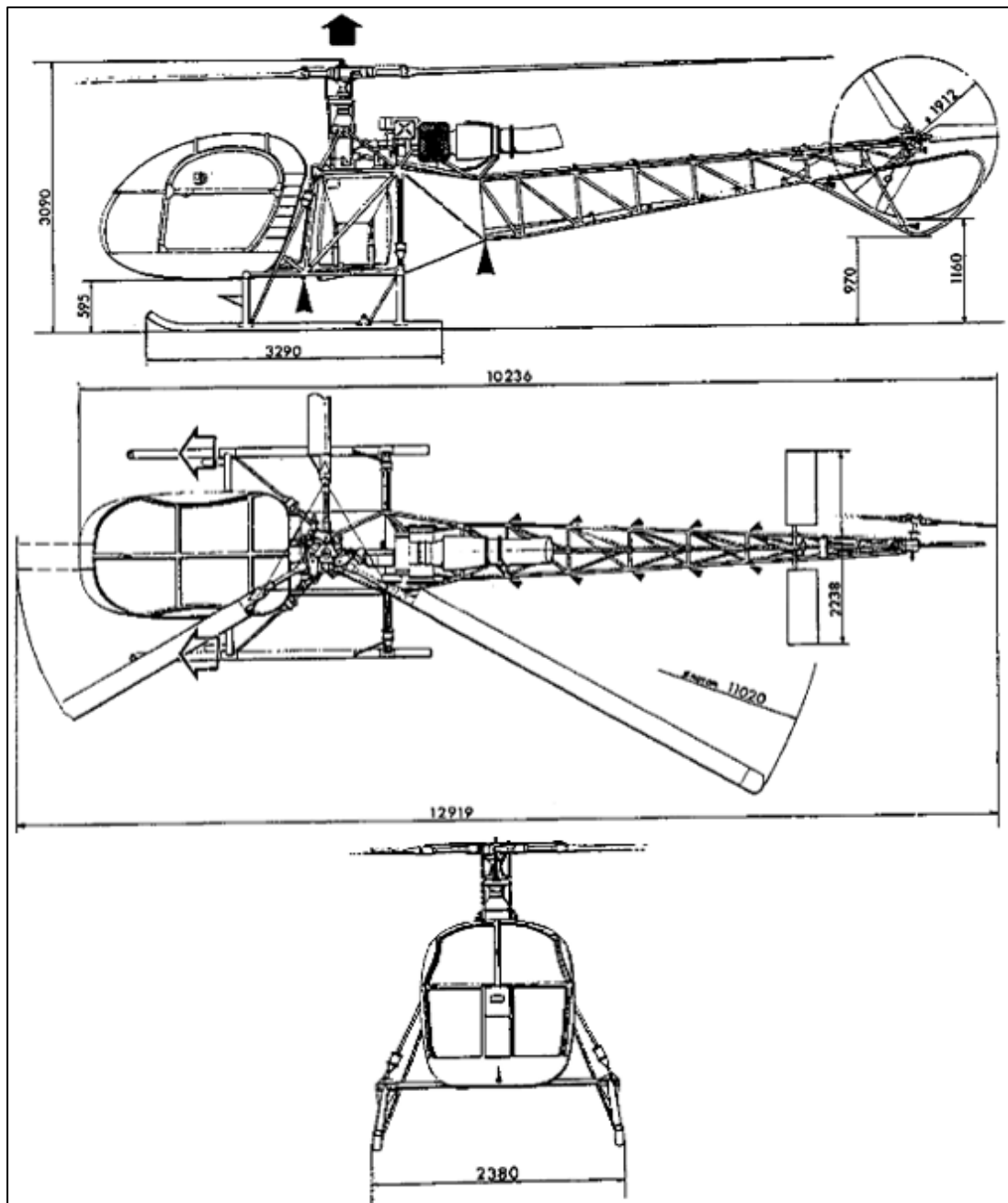
Nota. La figura representa al helicóptero Lama en su versión SA 315-B. Tomado de (EUROCOPTER, 1987)

2.3.1 Datos técnicos del Helicóptero Lama SA 315-B

Los datos técnicos que posee el helicóptero Lama SA 315-B son específicamente para realizar todas las misiones de vuelo; para las que fue diseñada la aeronave; es por esto que se lo clasifica como multifuncional. A continuación, en las imágenes siguientes, se podrá visualizar las dimensiones del helicóptero.

Figura 3

Dimensiones principales del helicóptero Lama SA 315-B



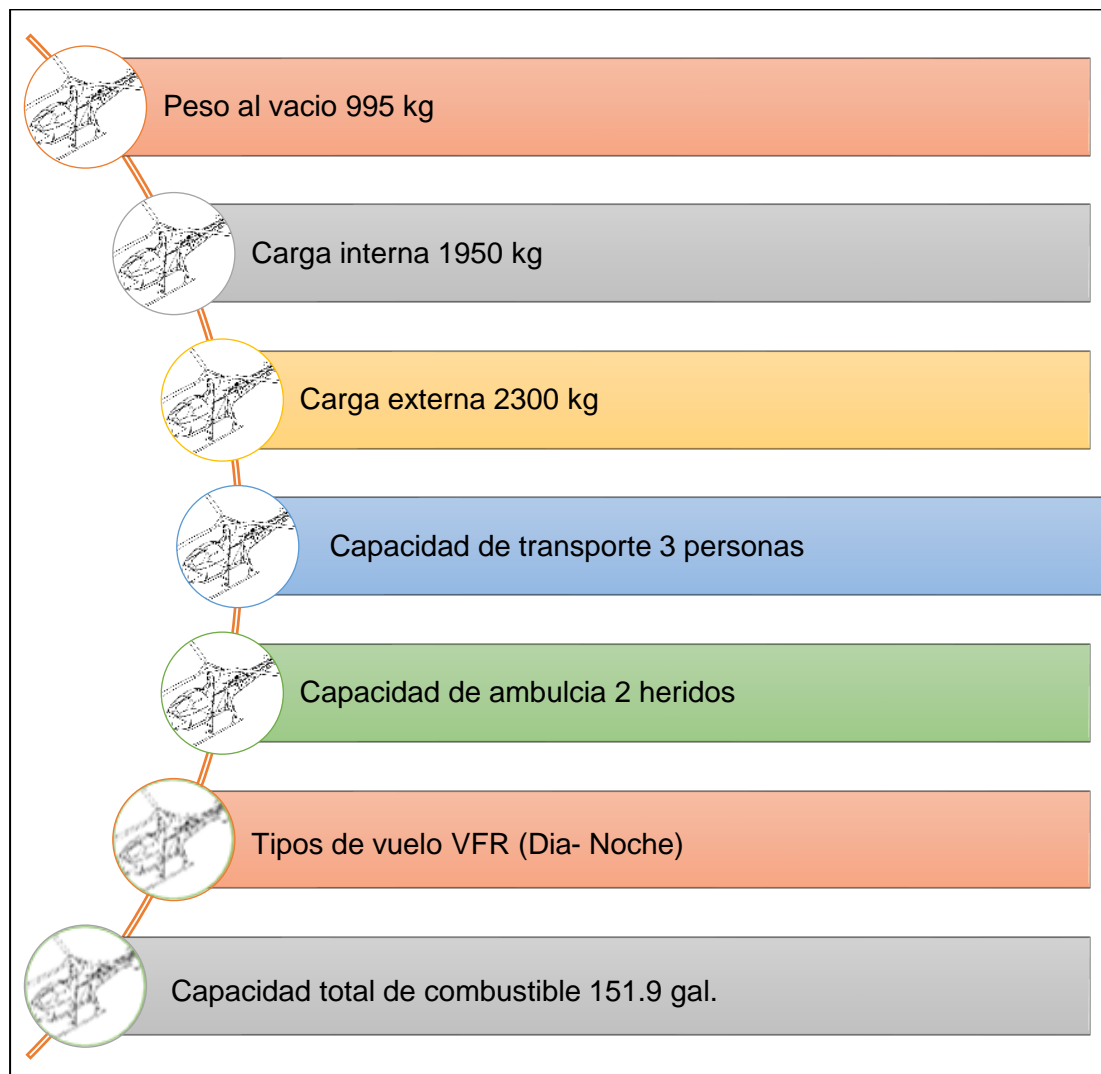
Nota. La figura muestra sus dimensiones del helicóptero; altura, largo, ancho, radio del rotor principal, radio del rotor trasero y ancho del estabilizador. Tomado de (EUROCOPTER, 1987)

2.3.2 Características principales del helicóptero Lama SA 315-B

A continuación, se describe sus características principales con las cuales el helicóptero funciona y a las que se debe operar para su correcto funcionamiento en las diferentes misiones que está destinado a cumplir, es muy importante tener en cuenta que las características de la información que se muestra en la figura 4 son emitidas por la casa fabricante.

Figura 4.

Características de helicóptero Lama SA 315-B



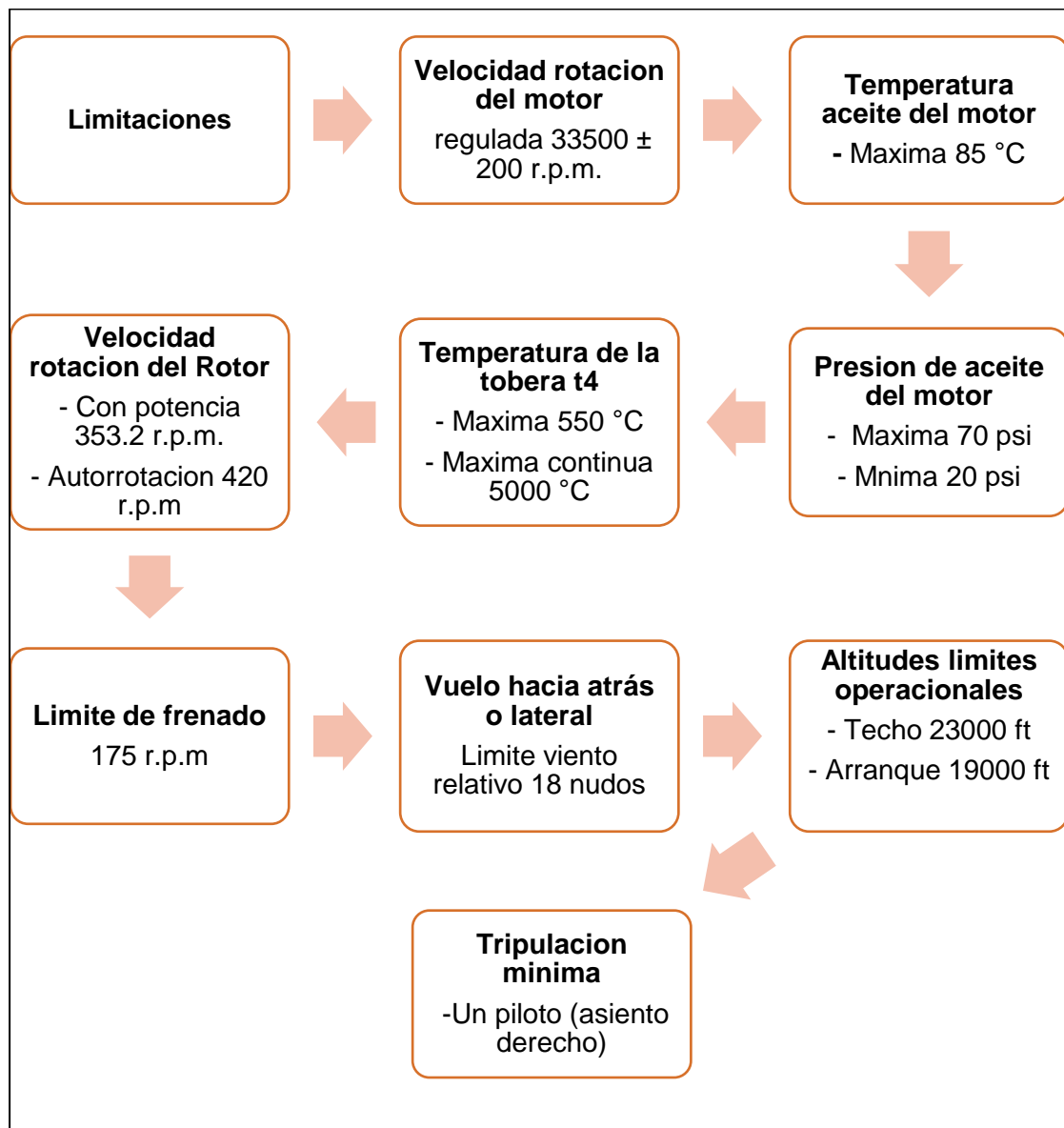
Nota. En la figura se muestra las características con las que opera el helicóptero Lama SA 315-B

2.3.3 Limitaciones del Helicóptero Lama SA 315-B

La casa fabricante para una correcta operación de la aeronave en tierra y en vuelo, brinda al usuario toda la información de las limitaciones que tiene el helicóptero con el fin de que la tripulación pueda operar a la aeronave de la mejor manera.

Figura 5.

Limitaciones del helicóptero Lama SA 315-B



Nota. La figura nos proporciona las limitaciones que tiene el helicóptero para operar.

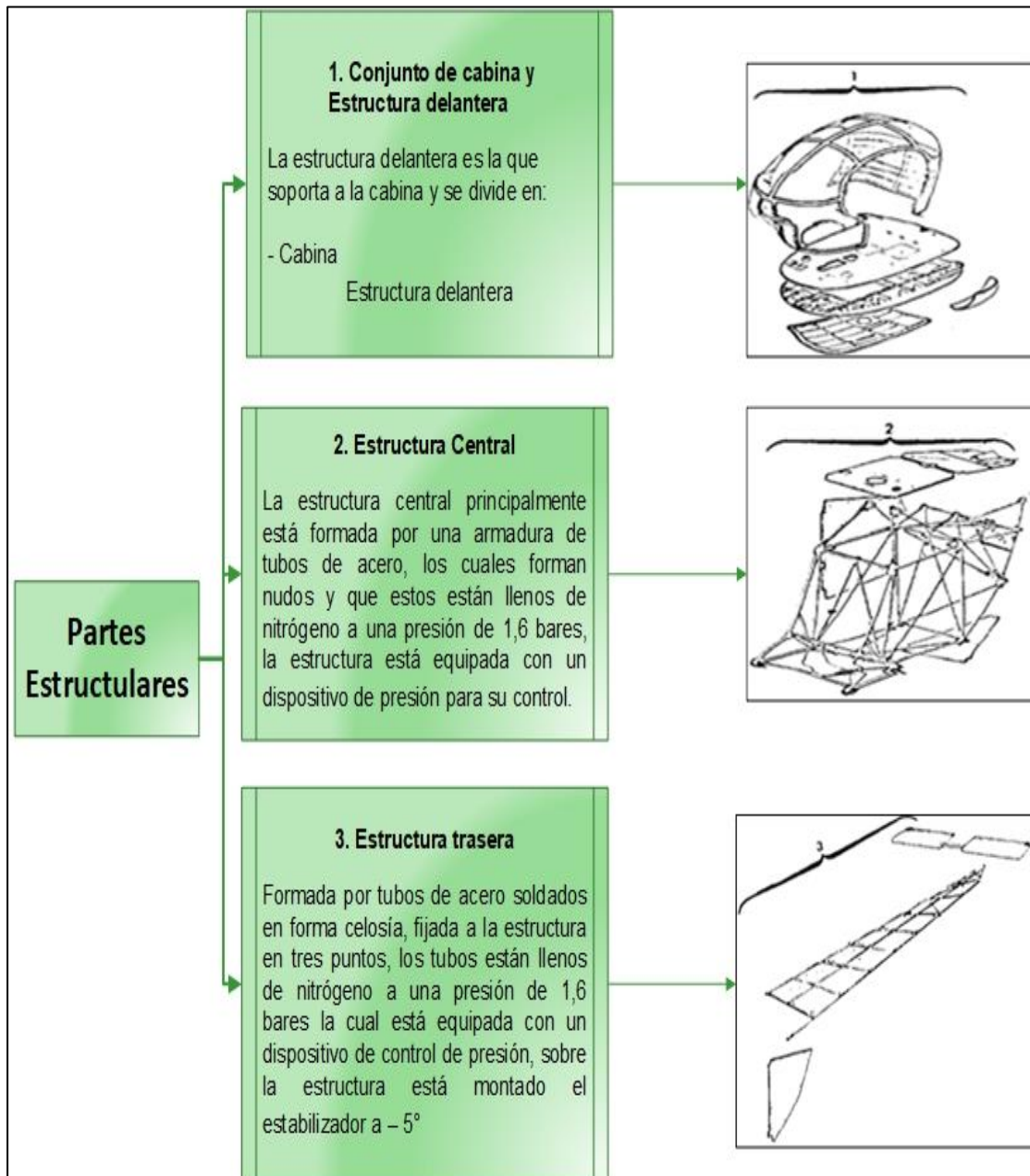
Tomado de (EUROCOPTER, 1987)

2.4 Estructura del Helicóptero Lama SA 315-B

Su estructura está diseñada por tres partes principales.

Figura 6.

Partes estructurales del helicóptero Lama



Nota. La figura hace referencia a las tres estructuras en las que se compone el helicóptero. Tomado de (EUROCOPTER, 1987)

2.5 Motor Artouste 3B del helicóptero Lama SA 315-B

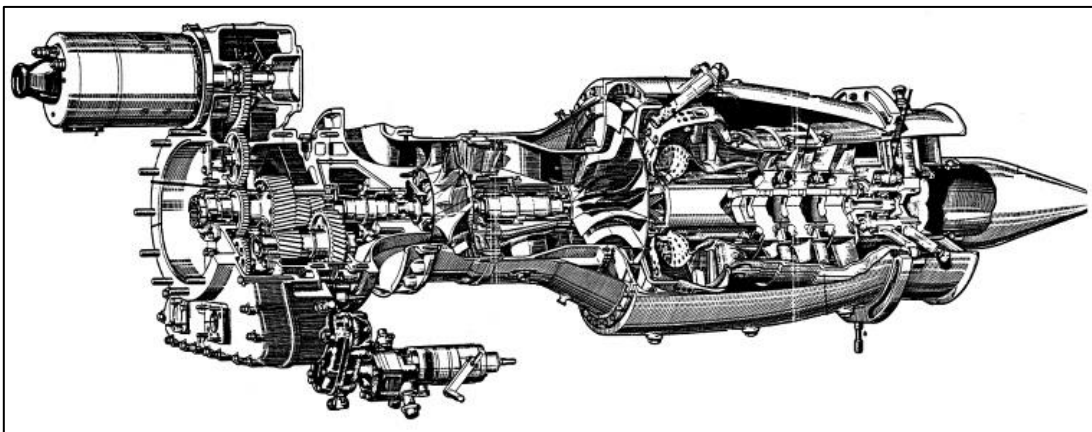
2.5.1 Generalidades

Es un turbomotor de la segunda generación es de tipo turbina ligada, ya que se caracteriza principalmente por una etapa de compresor axial, y una etapa de turbina.(TURBOMECA GROUPE SAFRAN, 2009)

- Está constituido fundamentalmente por:
- Un reductor coaxial con dos árboles intermedios y dos etapas de reducción
- Un cárter de entrada de aire
- Un compresor con una etapa axial seguida de una etapa centrífuga
- Una cámara de combustión anular con inyección de combustible centrífugo
- Tres etapas de turbina
- Un escape

Figura 7.

Motor Artouste 3B



Nota. La figura muestra al motor Artouste 3B el cual está implementado en los helicópteros Lama. Tomado de (TURBOMECA GROUPE SAFRAN, 2009)

2.5.2 Indicadores del motor Artouste 3B

El motor Artouste 3B cuenta con cinco indicadores los cuales permiten verificar constantemente los parámetros en el panel de control del helicóptero los cuales son:

- Un tacómetro motor combinado con el tacómetro del rotor. Las dos agujas deben estar superpuestas en vuelo con potencia.
- Un indicador de temperatura T4
- Un indicador de temperatura de aceite
- Un indicador de presión de aceite (según versión)
- Un receptor de paso colectivo

2.5.3 Lubricación del motor Artouste 3B

Cuenta con un circuito autónomo que permite asegurar la lubricación desde un depósito y con una capacidad total de 12 litros (7 litros al nivel mínimo). Todo el conjunto del circuito de lubricación se constituye por tres circuitos distintos.

(TURBOMECA GROUPE SAFRAN, 2009)

- El circuito de presión está constituido por una bomba que aspira el aceite en la parte inferior del depósito para llevarlo hacia las diferentes partes del motor y lubricar después de haber pasado a través de un filtro.
- El circuito de recuperación que comporta cuatro bombas destinadas a conducir el aceite al depósito.
- El circuito de des gaso destinado a dirigir los vapores de la lubricación hacia el depósito.

2.6 Rotores y transmisión

2.6.1 Rotor principal

El rotor principal gira de izquierda a derecha con un diámetro de 11. 020 m. está constituido por un buje rotor que está montado directamente en la extremidad

del mástil rotor y tres palas que van fijadas en la extremidad de los manguitos se constituyen particularmente por un larguero en alineación ligera, un revestimiento de aluminio y un relleno de espuma de resina sintética.(EUROCOPTER, 1987)

2.6.2 Rotor antipar

El rotor antipar o conocido como rotor trasero comporta tres palas metálicas del mismo material que están fabricadas las palas del rotor principal y que están articuladas únicamente con batimiento su radio es de 1.912 m.

2.6.3 Transmisión

La función principal que cumple la transmisión es de transmitir al rotor principal y al rotor anti-par la potencia generada por el motor y a su vez reducir las velocidades de rotación y que se constituye por los siguientes conjuntos:

Árbol de acoplamiento. Es el que está fijado por una parte en el embrague y por otra, en la C.T.P a la cual transmite el movimiento del motor. Va equipado de una rueda libre que permite la auto rotación.

Embrague. Es el que permite sincronizar los regímenes turbina y rotor al nivel del árbol de acoplamiento, es de nivel centrífugo y funciona en seco. La parte motriz está constituida esencialmente por zapatas de base frotante, las zapatas retenidas por resortes que se oponen a la fuerza de inercia centrífuga, se deslizan radialmente por un portazapatas impulsado por el reductor de salida de turbina. La parte propulsada impulsa la C.T.P mediante el árbol de acoplamiento equipado con una rueda libre. (EUROCOPTER, 1987)

2.7 Mandos de vuelo.

Los mandos de vuelo están constituidos por los mandos del rotor principal y el mando de dirección (rotor anti-par)

2.7.1 Mando cíclico

El mando cíclico de paso se obtiene mediante un plato oscilante que comprende una parte giratoria (1) unida a las bielas (4) de mando de la incidencia de las palas y una parte fija (2) enlazada a los mandos del piloto.

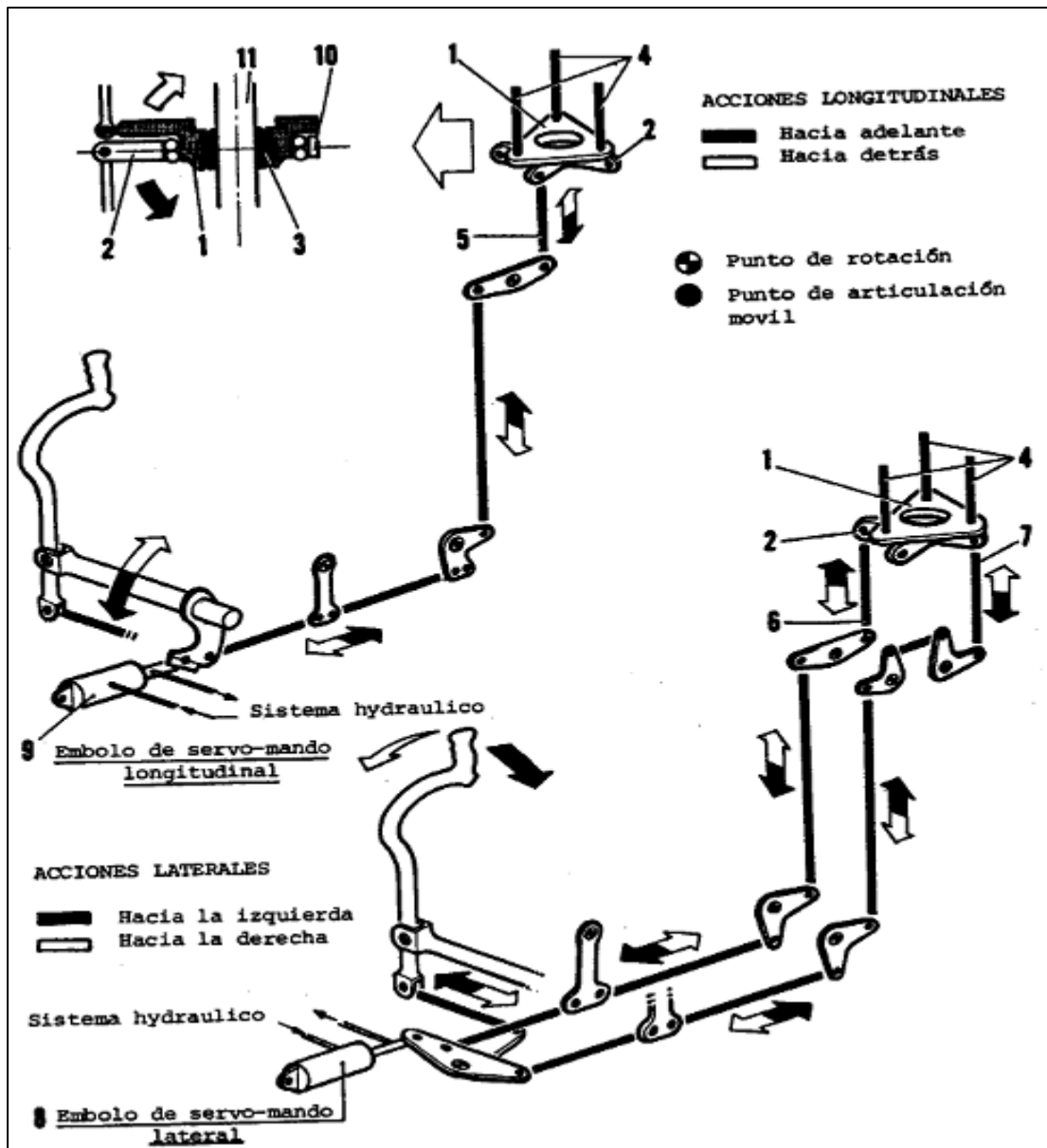
La palanca manda la inclinación del plato que provoca un desplazamiento vertical de las extremidades de los balancines de incidencia de las palas. Las tres bielas que posee en mando cíclico son fijadas en la parte inmóvil del plato cíclico. Dos de las bielas (6,7) están plenamente opuestas y aseguran el mando de alabeo y la tercera biela (5) realiza el trabajo de desplazamiento de 90° respecto a las otras dos bielas, asegurando el mando de profundidad.

Existen dos canales los cuales sirven para el mando longitudinal y mando lateral y que están provistos de émbolos de servomandos (8,9) que realizan la función de reducir los esfuerzos sobre las palancas de mando.

En la palanca de mando existe una tuerca situada en la base de la palanca la cual es accesible al piloto y esta es la que permite regular la fricción por apretado de un casquete de acero sobre una rótula fijada en el piso de la estructura de la cabina. El reglaje de una abrazadera colocada por encima de la tuerca limita que la tuerca se desapriete de esta por el piloto y asegura la fricción residual necesaria.(EUROCOPTER, 1987)

Figura 8.

Esquema del mando cíclico



Nota. La figura muestra el esquema del funcionamiento del paso cíclico del helicóptero Lama SA 315-B. Tomado de (EUROCOPTER, 1987)

2.7.2 Mando de paso general

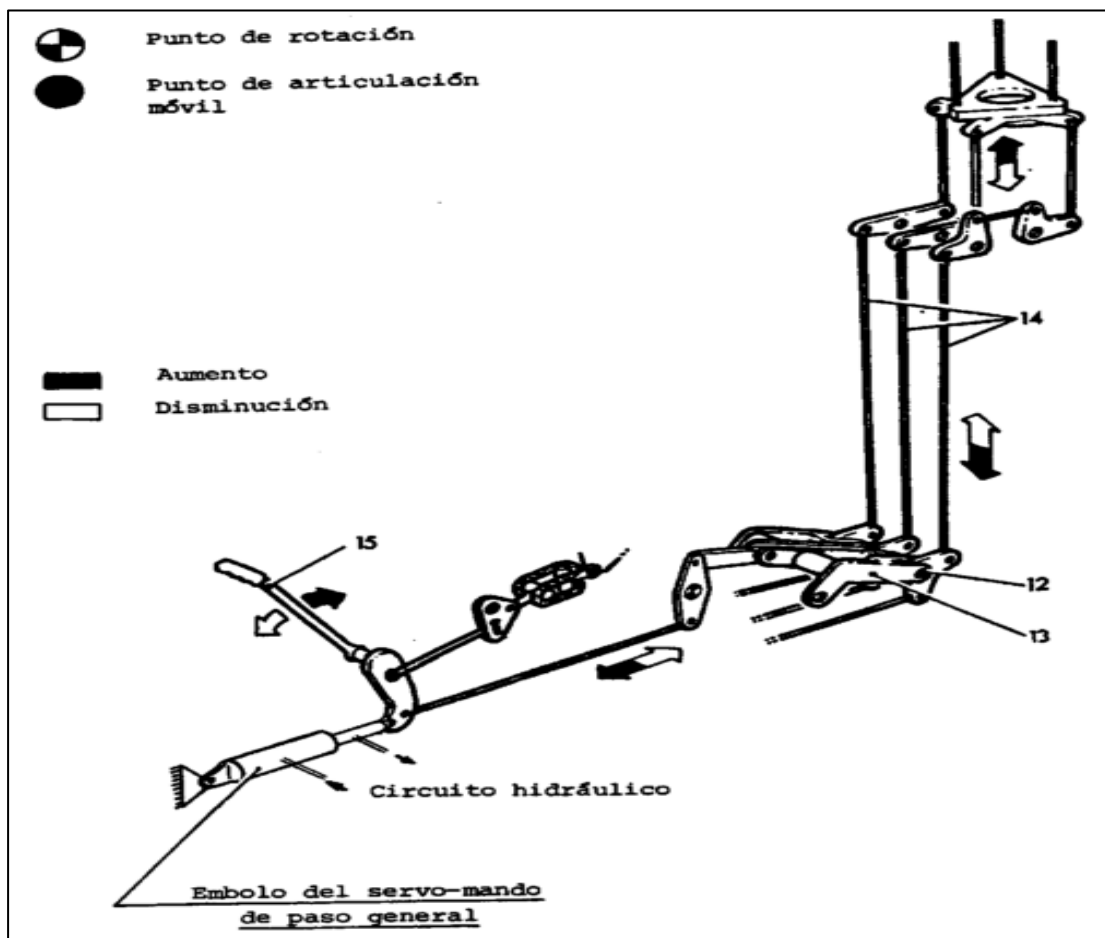
Las tres articulaciones de mando del combinador están articuladas alrededor de un eje (12) fijado en la palanca accionadora (13) maniobrada por la palanca de paso (15). El movimiento vertical de este eje (12) se transmite por un movimiento

simultáneo de las tres bielas (14) de mando del plato oscilante. Este se desplaza en traslación a lo largo del eje rotor, lo que hace variar la incidencia de las tres palas del mismo valor.(EUROCOPTER, 1987)

Un émbolo de servomando, permite reducir los esfuerzos de mando de la palanca de mando colectivo.

Figura 9.

Mando estructural de paso general



Nota. La figura hace referencia al esquema funcionamiento del mando de paso general. Tomado de (EUROCOPTER, 1987)

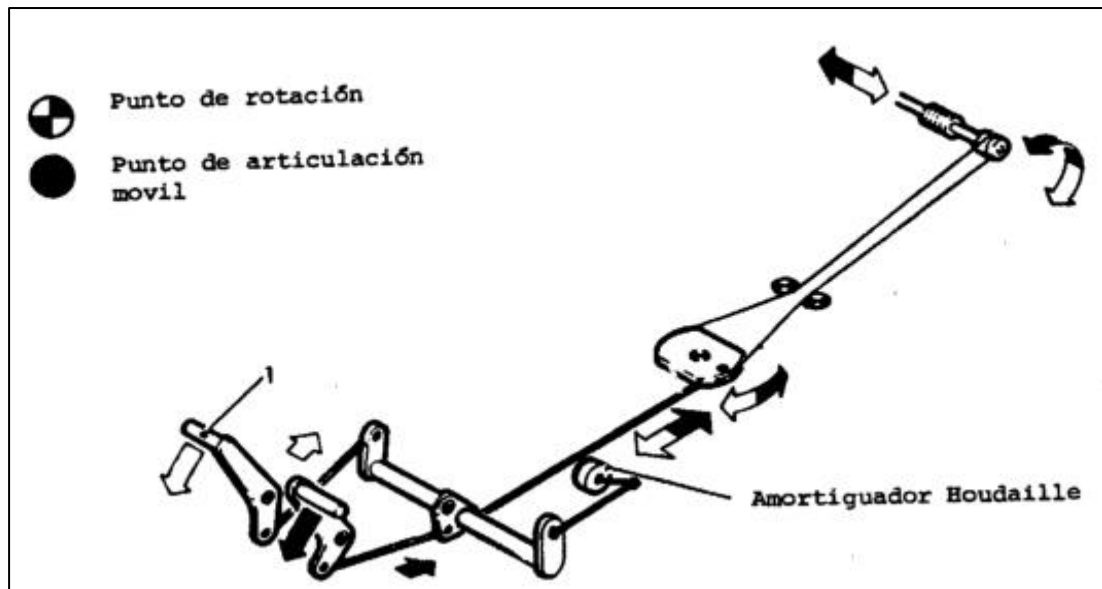
2.7.3 Mando de guiñada

Se efectúa mediante los pedales (1) por variación de la incidencia de las palas (2) del rotor anti-par. Se encuentra colocado debajo del plano de rotación del

rotor principal y resulta una ligera inclinación hacia la derecha del aparato en los vuelos con potencia.

Figura 10.

Esquema del control de guiñada



Nota. La figura representa el esquema de funcionamiento de control de guiñada.

Tomado de (EUROCOPTER, 1987)

2.8 Generación eléctrica del helicóptero Lama SA 315-B.

2.8.1 Generación de corriente continua

La generación eléctrica del helicóptero Lama es suministrada principalmente por:

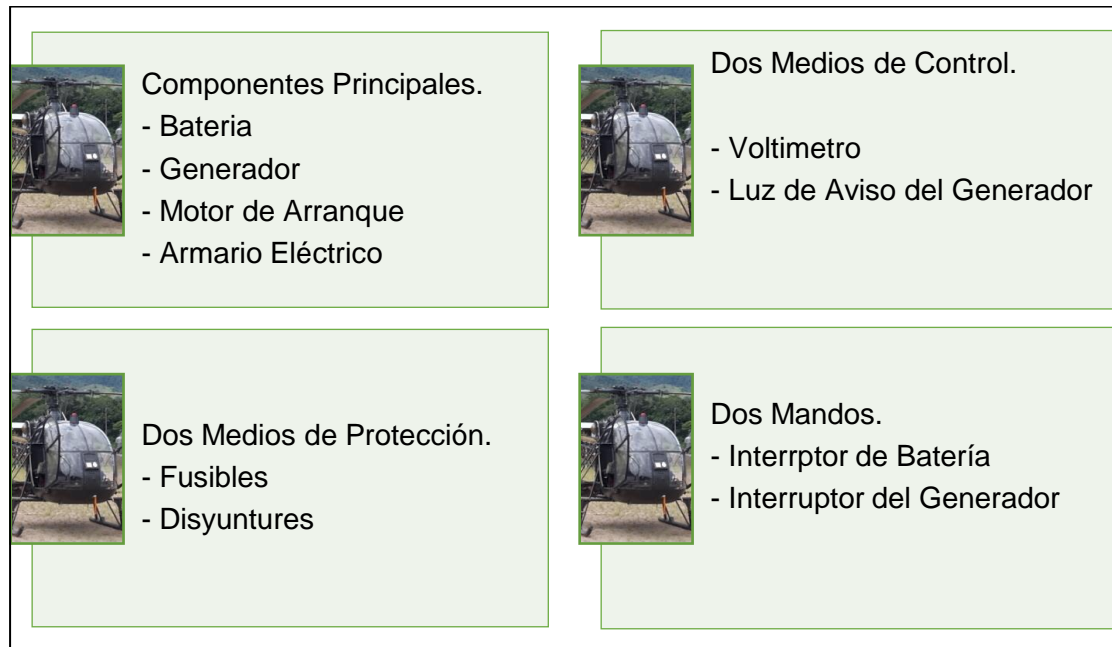
El arranque por batería de 40 A/h - 24 voltios, o ya sea por un grupo auxiliar conectado en la toma de alimentación eléctrica externa situada detrás del corazón eléctrico del helicóptero.

En vuelo, la generación eléctrica es proporcionada por el generador de arranque de 4000 W. Además, un convertidor estático permite alimentar el horizonte eléctrico en corriente alterna.

La instalación eléctrica comprende:

Figura 11.

Componentes de la instalación eléctrica del helicóptero Lama



Nota. La figura detalla todos los componentes de la generación eléctrica de la aeronave

2.9 Generación hidráulica del helicóptero Lama SA 315-B.

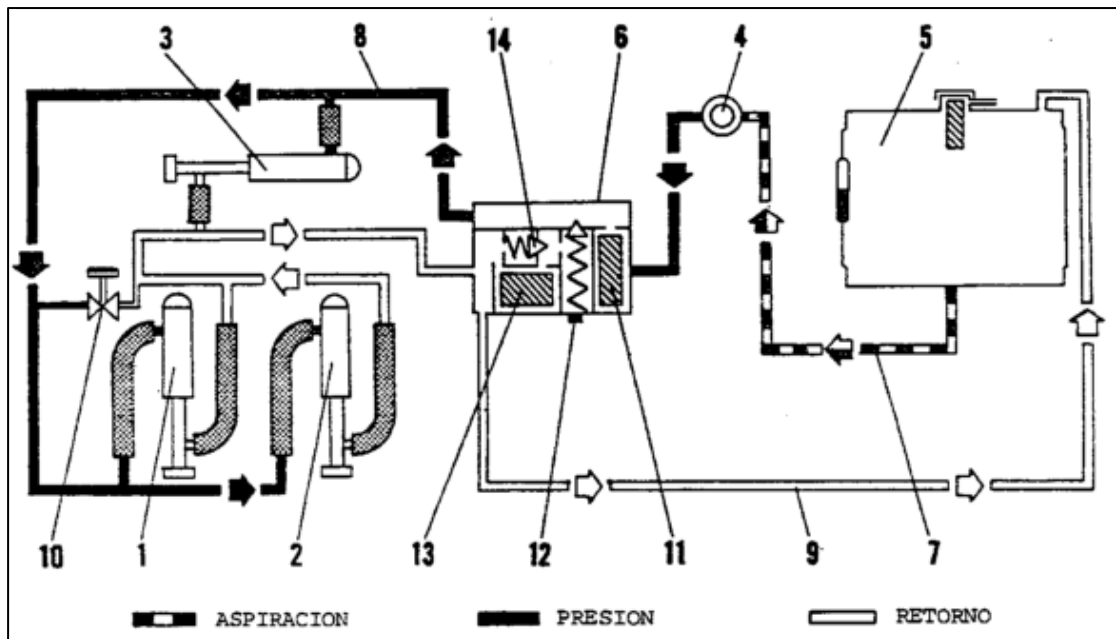
2.9.1 Servo-mandos

Los esfuerzos en las palancas de mando de paso cíclico y de paso general son suprimidos por la acción de émbolos hidráulicos de servo-mandos que estos a su vez aseguran, al mismo tiempo, la amortiguación de las vibraciones en los mandos.

En caso de avería del servomando, en vuelo. Una llave colocada al alcance del piloto permite poner fuera del circuito de los émbolos de los servomandos.

Figura 12.

Esquema de funcionamiento de servomandos



Nota. La figura muestra el esquema de funcionamiento del circuito de los servomandos. Tomado de (EUROCOPTER, 1987)

2.10 Suministro de combustible del helicóptero Lama SA 315-B.

El combustible viene del depósito descargado por una bomba de cebado que atraviesa un filtro provisto de un by-pass incorporado, después una llave corta fuego para llegar a un empalme de distribución sobre dos circuitos.

Un circuito de arranque para la alimentación de los inyectores y un circuito principal para el funcionamiento normal del motor.

Existe un manocontactador diferencial montado en derivación sobre el filtro que es utilizado para señalar la sobrepresión que se pueden dar por averías del filtro o por atascamiento de sustancias distintas al combustible, mediante una luz de aviso que se enciende en el tablero de a bordo de la cabina del piloto. Un indicador de atascamiento (rojo) va montado en el filtro y permite asegurarse de que el by-pass ha funcionado correctamente.

2.10.1 Circuito de arranque

El circuito de combustible de arranque entra en funcionamiento desde la puesta en marcha. Cesa de funcionar desde esta fase, mandada automáticamente por caja eléctrica. El comprende:

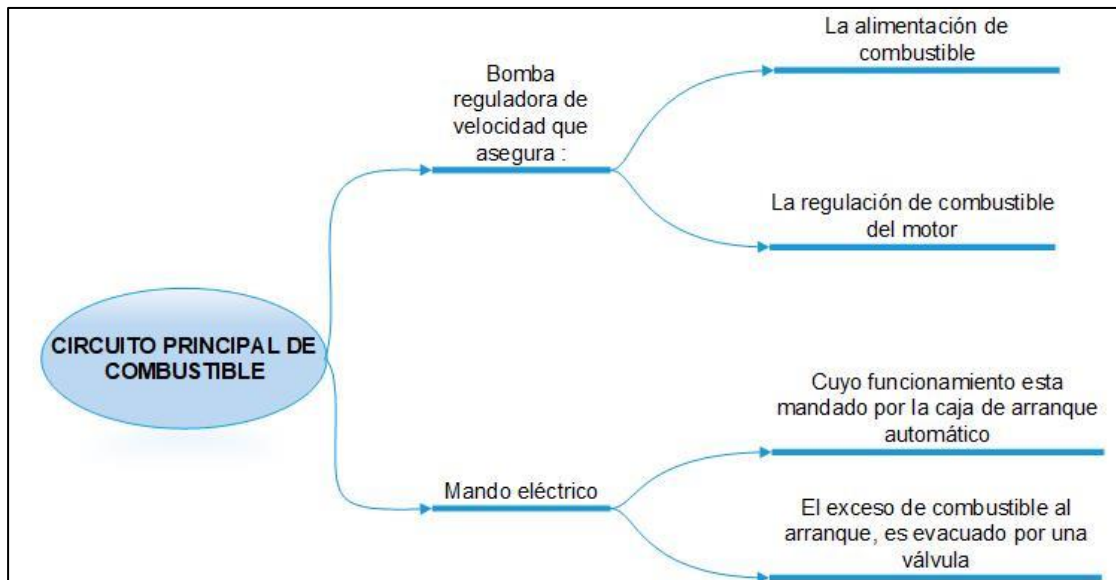
2.10.2 Circuito principal de combustible

El circuito principal regula la alimentación del combustible hasta la cámara

Está constituido:

Figura 13.

Circuito de combustible



Nota. La figura muestra cómo está formado el circuito de combustible

2.10.3 Control y seguridad

Un indicador de nivel en la columna indica la cantidad de combustible contenido en el depósito.

En el depósito cuadrilobulado, un trazo rojo en el cuadrante corresponde a la posición tope de nivel; existe una luz de aviso de color rojo montada en el indicador de nivel que advierte al piloto que solo quedan 60 litros de combustible

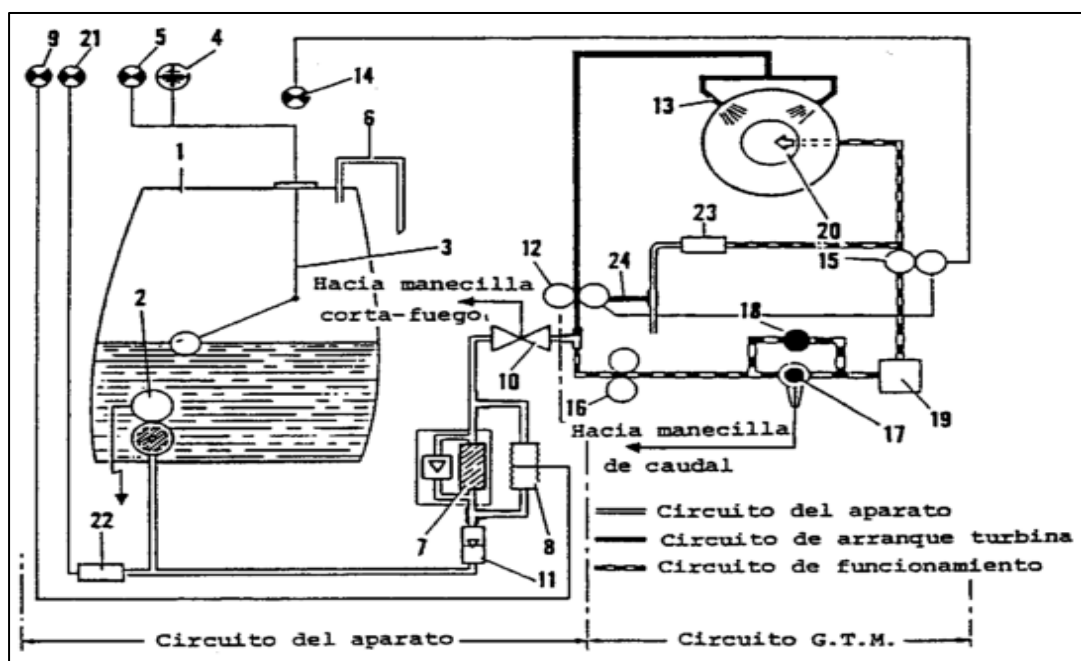
aproximadamente, es decir que tiene 10 minutos de vuelo aproximadamente para realizar un aterrizaje.

Este tipo de vuelo ha sido definido para garantizar la seguridad en caso de vuelos peligrosos que se pueden presentar o fuertes posiciones de vuelo.

Un interruptor permite el control desde el tablero de a bordo, del buen funcionamiento de la luz de aviso.

Figura 14.

Esquema del circuito de combustible



Nota. La figura muestra sus componentes de todo el circuito de combustible.

Tomado de (EUROCOPTER, 1987)

2.11 Operaciones de mantenimiento

2.11.1 Inspecciones periódicas

Las inspecciones periódicas realizan principalmente basándose en las horas de funcionamiento de la aeronave que se aplican a todos los conjuntos e instalaciones que han funcionado en condiciones normales de utilización y cualquiera que sea su potencial de los conjuntos.(EUROCOPTER, 1987)

El tipo de inspección es determinado por el envejecimiento de la célula por horas de funcionamiento o tiempo de envejecimiento; se debe tener cuidado que las tolerancias afectadas al envejecimiento no pueden ser acumuladas, también es importante tener en cuenta que la fecha inicial de envejecimiento célula de la aeronave a tomar en consideración es la marcada sobre la placa de identificación de la aeronave.(EUROCOPTER, 1987)

Para determinar casos de utilización, la periodicidad de realización de operaciones de mantenimiento específicas puede expresarse en ciclos (1 ciclo equivale a un aterrizaje con o sin parada del rotor).

- Las inspecciones T1 o Las tolerancias no se pueden acumular
- La inspección T2. Cada segunda inspección T2 del ciclo de mantenimiento se completa por operaciones particulares.
- La inspección de tipo I.M. es una inspección de mantenimiento mayor, es decir que en cada componente mayor y estructural da un potencial de 3200 horas.
- La inspección I.E tiene por objeto buscar las defectuosidades provocadas por el envejecimiento de la célula (erosión, corrosión degradación).

Tipo de inspección que se realiza al helicóptero lama SA 3165-B

Figura 15.

Tipos de inspección

TIPO DE INSPECCIÓN	INTERVALOS							TOLERANCIAS		
	"HORAS DE FUNCIONAMIENTO"							"TIEMPO"	"HORAS"	"TIEMPO"
T 1	400		1200		2000		2800	12 meses	+ 20 h	+ 1 mes
T 2		800		1600		2400			+ 30 h	
I.M.							3200	12 años	+ 30 h	+ 6 meses
I.E.								24 meses		6 meses

Nota. En la figura se puede determinar cuál es la inspección a efectuar en cualquier ciclo de mantenimiento. Tomado de (EUROCOPTER, 1987)

2.11.2 Inspecciones progresivas

Con el fin de reducir el tiempo de indisponibilidad de la aeronave por las inspecciones de mantenimiento menor, se propone el establecimiento de inspecciones llamadas “progresivas”.

El reparto de las operaciones de las inspecciones T1 y T2 sobre el ciclo correspondiente permite al personal de mantenimiento efectuar cada día una serie de operaciones en función del número de horas de vuelo realizadas, las operaciones serán realizadas en el curso de la jornada o si es el caso si coincide con la inspección después del último vuelo.(EUROCOPTER, 1987)

2.11.3 Inspecciones especiales

En esta sección se describe las intervenciones que deben ser efectuadas aparte del ciclo normal de mantenimiento:

Figura 16.

Inspecciones especiales



Nota. La figura muestra las inspecciones especiales que se deben realizar después de cada situación dada en la aeronave. Tomado de (EUROCOPTER, 1987)

2.12 Caja de transmisión principal del helicóptero Lama

La C.T.P tiene dos funciones principales

1.- Transmitir a los rotores la potencia y la rotación generada por el motor

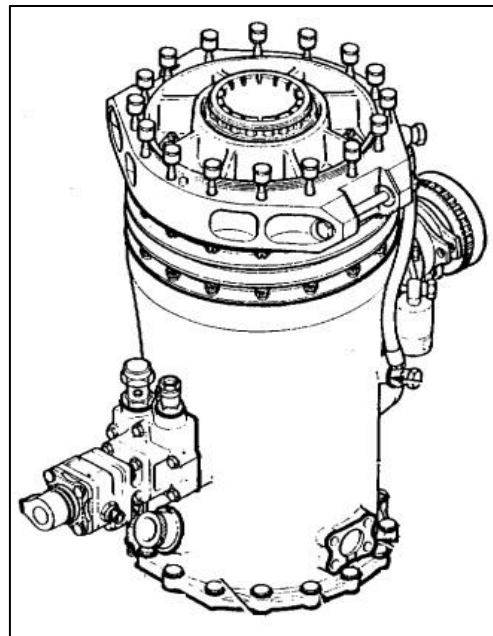
Artouste 3B

2.- Reducir la velocidad transmitida por el motor:

Al rotor principal y al conjunto de transmisión al rotor trasero.

Figura 17.

Caja de transmisión principal



Nota. La figura muestra a la C.T.P del con los principales componentes que transmiten el aviso de advertencia. Tomado de (EUROCOPTER, 1987)

2.12.1 Control de la caja de transmisión principal

La Caja de Transmisión Principal debe llevar un control tanto en la velocidad de rotación como en el circuito de lubricación y para su control es necesario que en el tablero de a bordo debe contener indicadores y luces de aviso que son accionados por la Caja de Transmisión Principal mediante los elementos que darán aviso de advertencia a la tripulación.

Para el control de la velocidad de rotación el sistema cuenta con un transmisor tacométrico eléctrico accionado por la Caja de Transmisión Principal; está

unido a un indicador tacométrico a su vez situado en el tablero de a bordo de la de la cabina.

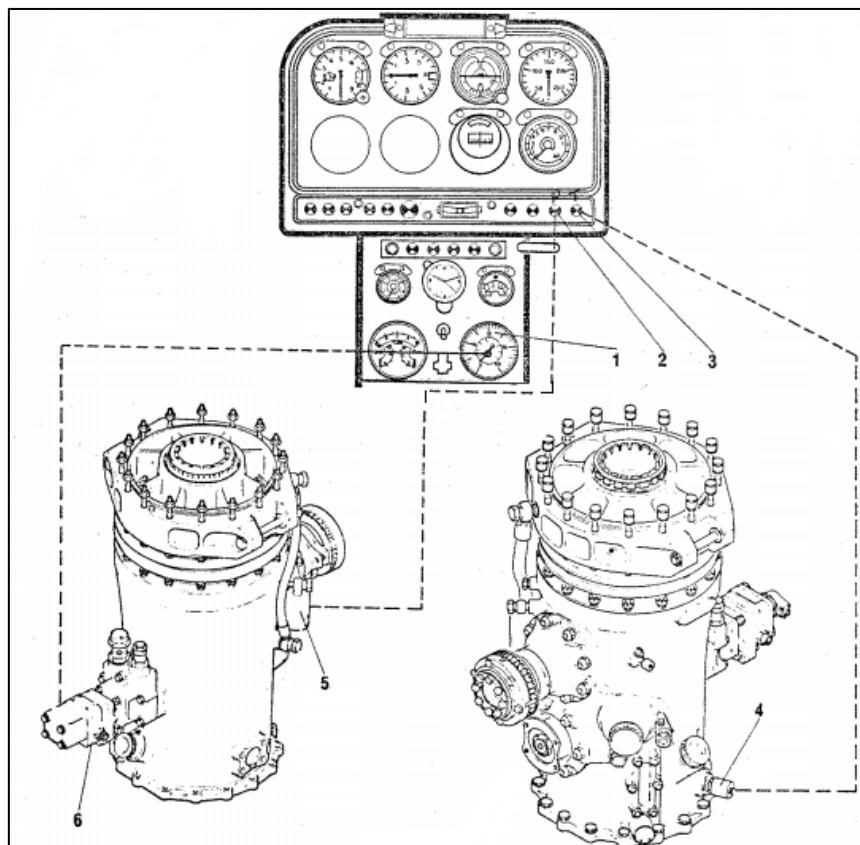
Por otra parte, en el circuito de lubricación se debe llevar el control de presión y temperatura de aceite.

Presión de aceite. - Contiene un manocontactador que provoca el encendido de una luz de aviso roja, en el tablero de a bordo cuando la presión de aceite sea inferior a 1,5 bar.

Temperatura de aceite. – Un contactor termométrico que provoca el encendido de una luz de aviso roja en el tablero de a bordo cuando la temperatura del aceite rebasa 110 °C.

Figura 18.

Control de la caja de transmisión principal



Nota. En la figura no muestra los elementos principales de la C.T.P el tacómetro, transmisor de presión y contactor termométrico. Tomado de (EUROCOPTER, 1987)

Capítulo III

3. Desarrollo del tema

La presente monografía se detalla los procedimientos para realizar la tarea de mantenimiento con la ayuda principalmente de la herramienta especial, la cual será de gran utilidad para el personal técnico de la 15 BAE. “Paquisha” y para el engrandecimiento del ejército ecuatoriano.

3.1 Preliminares

La Brigada de Aviación del Ejército 15 BAE “Paquisha” tiene como objetivo principal mantener en condiciones operativas a las aeronaves de ala rotativa en las cuales se realiza el mantenimiento de manera profesional por parte del personal técnico, el mantenimiento en las aeronaves es de vital importancia ya que las inspecciones se las realiza en los tiempos establecido al mismo tiempo conservar la condición operable de las aeronaves de la Brigada Aérea.

Por esta razón en el presente capítulo se detalla los procedimientos a realizarse para la habilitación de la herramienta especial a fin de utilizar en la inspección de la caja de transmisión principal de acuerdo a la carta de trabajo; es así, que la herramienta especial brindara seguridad, efectividad y bienestar al personal de aviación en el momento de realizar la inspección para garantizar un mejor mantenimiento correcto y operable.

En tal virtud la herramienta especial conocida como plataforma de trabajo hará que el mantenimiento disminuya las horas de trabajo del personal y que la aeronave esté en condiciones operables seguras teniendo en cuenta los procedimientos para la implementación de la herramienta se realicen bajo los parámetros establecidos en los manuales de mantenimiento de la casa fabricante.

3.2 Recopilación de información técnica

Para llevar a cabo un mantenimiento de una aeronave siempre es indispensable realizar las inspecciones con los manuales que son emitidos por la casa fabricante lo que significa llevar a cabo la tarea de mantenimiento de una forma correcta.

Para realizar la inspección se previó la revisión de los manuales siguientes:

- Manual de mantenimiento (AMM) del helicóptero Lama SA 315-B
- Manual catálogo ilustrado de partes (IPC) del helicóptero Lama SA 315-B
- Manual de Reparación Estructural (SRM) del del helicóptero Lama SA 315-B
- Manual de instrucción del helicóptero Lama SA 315-B

Figura 19.

Manuales de la aeronave



Nota. La figura detalla los manuales de mantenimiento que se utilizará para la inspección del helicóptero

3.3 Medidas de seguridad

Uno de los roles más importantes que se debe tener en el campo de la aviación son las medidas de seguridad las cuales se deben dar antes, durante y después de cada mantenimiento realizado; por ende, el personal técnico debe tener

un conocimiento en las inspecciones que se van a llevar a ejecutar lo cual significa que el personal ya contará con el equipo de protección necesario. Es así que para la realización de la monografía en la fase aplicativa considero tomar en cuenta las medidas de seguridad y la correcta utilización de los manuales de mantenimiento con el pleno conocimiento de su función y los equipos de protección personal (EPP).

Todos los EPP nos permitirán trabajar con toda la confianza y la seguridad al momento de la aplicación de la herramienta especial en la inspección que se ejecutará.

Los EPP más utilizados en la aviación para el personal técnico y que hacen cumplir correctamente el trabajo de una manera profesional son:

- Zapatos punta de acero
- Ropa de trabajo protectora (overol de mantenimiento)
- Mascarillas
- Guantes
- Gafas
- Protectores de oídos

Figura 20.

Equipo de protección personal (EPP)



Nota. La figura detalla los EPP que se utilizan en el mantenimiento por parte del personal técnico. Tomado de (Safety, 2020)

3.4 Herramienta especial plataforma de trabajo

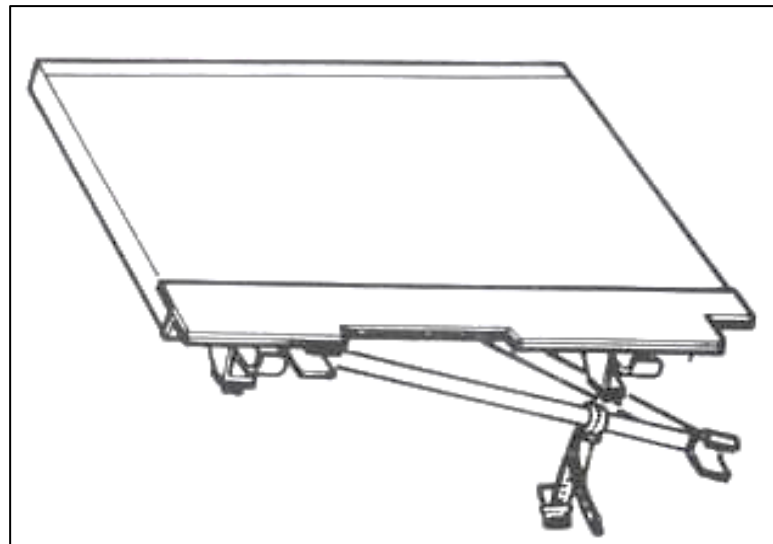
La herramienta especial, plataforma de trabajo es utilizada para realizar varias inspecciones en la aeronave y que será de gran beneficio para ejecutar la tarea de mantenimiento plateada en el tema de la monografía.

3.4.1 Características

- Extensión mecánica para acceder a la caja de transmisión principal y a la cabeza del rotor
- Es una plataforma plegable provista de soportes de escalera.
- Se fija a la estructura central mediante abrazaderas y por tornillos de mariposa
- Tiene un peso unitario de 7 kg.

Figura 21.

Plataforma de trabajo



Nota. La figura muestra la herramienta especial conocida como plataforma de trabajo. Tomado de (EUROCOPTER, 1987)

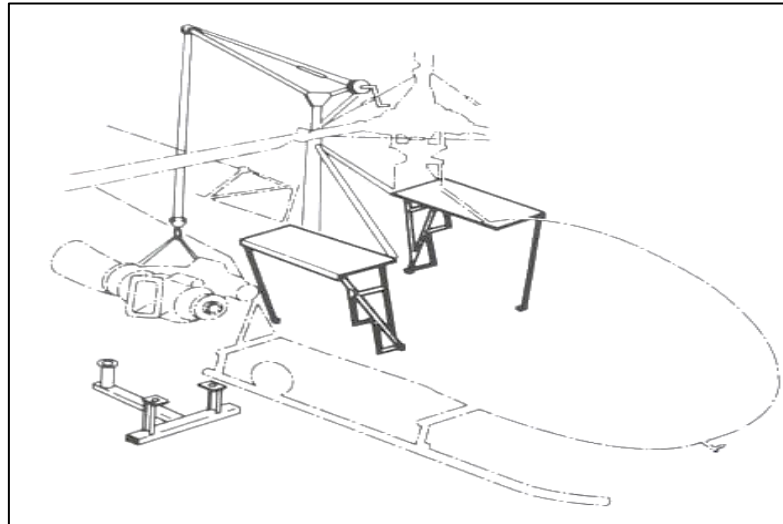
3.4.2 Funcionamiento

Se debe colocar en la parte de la estructura central en el lado izquierdo y derecho para acceder fácilmente a los conjuntos mecánicos del rotor de cabeza y la

caja de transmisión principal, su objetivo es servir como extensión mecánica y ampliar el lugar de trabajo para realizar las inspecciones de una manera eficiente y correcta que establece manual de la casa fabricante.

Figura 22.

Ubicación de las plataformas de trabajo



Nota. En la figura nos muestra el lugar donde son utilizadas las herramientas especiales, lado izquierdo y derecho del helicóptero. Tomado de (EUROCOPTER, 1987)

3.4.3 Materiales y herramientas utilizadas para la habilitación

Los Materiales y herramientas que fueron de gran importancia para la habilitación de la herramienta especial fueron los siguientes:

Tabla 1

Materiales y herramientas

Ítems	Descripción
01	Flexómetro
02	Playo de presión
03	Clecos
04	Cepillo de acero

Ítems	Descripción
05	Remaches de 1/8
06	Barra contraremachadora
07	Taladro
08	Pintura
09	Compresor
10	Cinta antiderapante
11	Remachadora
12	Tijera de cortar aluminio
13	Rayador
14	Flexómetro
15	Escuadra
16	Lámina de aluminio Alclad 2024 T3 de 0,0200 pulgadas

Nota. Tabla detalla los materiales y herramientas utilizados para la habilitación de la herramienta especial

3.4.4 Habilitación de la herramienta especial

Luego de realizar la recopilación técnica de la herramienta especial y viendo la necesidad que se tenía en la sección Lama para las inspecciones de mantenimiento se procedió a la respectiva habilitación de la plataforma de trabajo en vista que las inspecciones se realizaban de una manera inadecuada.

Para la habilitación de la herramienta se ejecutó una inspección visual conjuntamente con el supervisor de mantenimiento y se pudo observar que se requería de un cambio total de la lámina de aluminio donde va colocado la cinta antiderapante; como también, la pérdida total del soporte de escalera el cual se accede y tiene puntos de apoyos que van a la estructura central de la aeronave, visto esta necesidad se comenzó a su habilitación con la ayuda del personal técnico de la sección Lama.

Figura 23.

Plataforma de trabajo 3130_95_00.026



Nota. La figura muestra el mal estado y la deterioración de la herramienta especial.

- Para la habilitación de la herramienta y cambio de la lámina de aluminio se realizó el decapado de la pintura en mal estado atendiendo a las necesidades de la sección Lama.

Figura 24.

Decapado de la Pintura



Nota. La figura muestra el mal estado de la pintura en que se encontraba la herramienta especial.

- Se procedió a la remoción de la pintura utilizando removedor y también ayudándonos de una lija para obtener una remoción completa de la pintura que se encontraba en mal estado.

Figura 25.

Remoción de pintura



Nota. En la figura se muestra el proceso de remoción de la pintura y posteriormente continuar con el proceso de la habilitación de la herramienta.

- Una vez verificado en el manual de mantenimiento las especificaciones técnicas de la herramienta especial se utilizó la lámina de aluminio Alclad 2024 T3 de 0,0200 pulgadas

Figura 26.

Lámina de aluminio 2024-T3



Nota. La figura muestra la lámina de aluminio con sus respectivas especificaciones para habilitar la herramienta.

- De acuerdo a la lámina que se va a reemplazar se procedió a medir y cortar con sus medidas respectivas.

Figura 27.

Trazado y corte de la lámina de aluminio



Nota. La figura indica el corte de la lámina de aluminio ya con las medidas especificadas.

- Luego de haber realizado el corte, se procedió al desbaste los filos de la lámina de aluminio

Figura 28.

Desbaste de la lámina de aluminio

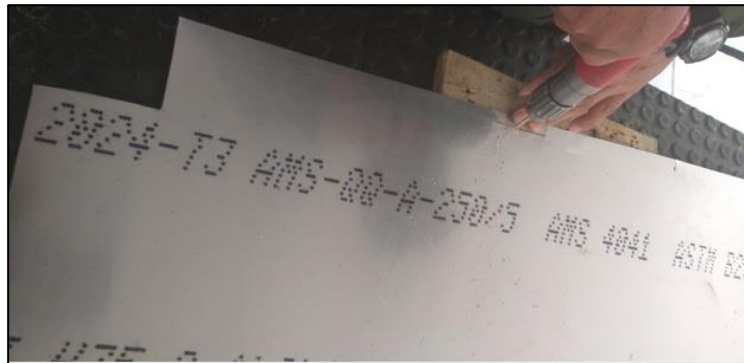


Nota. La figura muestra el proceso desbaste de la lámina como medida de seguridad y no ocasionar lesiones al personal.

- Se utilizó la lamina antigua como patrón para la perforación usando el taladro neumático lugar en el cual deben ir los remaches y como punto característico se colocó una base de madera para no dañar la mesa de trabajo

Figura 29.

Perforación en la lámina



Nota. En la figura se muestra la perforación utilizando el taladro neumático.

- Se dio tratamiento anticorrosivo a la lámina para una mejor durabilidad y aumentar su resistencia.

Figura 30.

Tratamiento anticorrosivo a la lámina de aluminio



Nota. La figura muestra la aplicación del Alodine como tratamiento a la corrosión

- De igual manera se realizó el mismo procedimiento del tratamiento anticorrosivo a las demás partes que conforman la herramienta especial.

Figura 31.

Tratamiento anticorrosivo a los soportes de la herramienta



Nota. La figura muestra que se aplicó a todos a los soportes de la herramienta el tratamiento con el agente Alodine.

- Luego de que todas las partes de la herramienta especial fueron dadas el tratamiento anticorrosivo, se procedió armar y verificar con la ayuda del supervisor de mantenimiento.

Figura 32.

Sujeción de las partes de la herramienta



Nota. La figura muestra cómo se sujetan todas las partes de la herramienta con la ayuda de los clecos 1/8 para comenzar a remachar.

- Con la ayuda de los clecos que mantenían unidas todas las partes de la herramienta especial se empezó a remachar.

Figura 33.

Remachado de la herramienta especial



Nota. La figura indica el proceso de remachado utilizando la remachadora neumática con la ayuda de la contraremachadora.

- La herramienta especial también contiene partes adicionales que son de madera que fueron dadas mantenimiento y la limpieza respectiva

Figura 34.

Limpieza de las partes de la herramienta



Nota. La figura muestra el proceso de limpieza de las partes que van conjuntamente con la herramienta especial.

- Se procedió a colocar el soporte de escalera con la ayuda del supervisor de mantenimiento para proceder de manera correcta.

Figura 35.*Soporte de escalera*

Nota. La figura muestra la instalación del soporte de escalera como parte de la herramienta especial.

- Preparación de la herramienta especial para efectuar el proceso pintado.

Figura 36.*Preparación para el pintado*

Nota. La figura muestra la preparación de la herramienta especial para comenzar a pintar.

- La herramienta pasó por la fase de pintado donde se colocó una capa de primer para evitar corrosión y mejor durabilidad.

Figura 37.

Primera capa de primer



Nota. La figura muestra el primer proceso de pintado utilizando primer en toda la herramienta.

- Se continuó con el pintado de la herramienta y verificando que todas las partes estén en condiciones operables.

Figura 38.

Pintado de las partes de la herramienta



Nota. La figura muestra el avance del pintado y con la ayuda de un caballete se utilizó como base para continuar con el pintado.

- Como un punto característico que se tuvo en la herramienta especial se colocó papel para evitar que sea pintado en parte de la lámina de aluminio donde va la cinta antiderapante

Figura 39.

Proceso final del pintado



Nota. La imagen indica ya el proceso final del pintado de la herramienta especial.

- Se dio por terminado el pintado de la herramienta para posteriormente colocar la cinta antiderapante.

Figura 40.

Terminado de la pintura



Nota. La figura muestra el terminado de la pintura y el lugar donde va la cinta antiderapante.

- Para dar terminada la habilitación de la plataforma de trabajo se procedió a pegar la cinta antiderapante en la superficie de aluminio.

Figura 41.

Lámina de aluminio con la cinta antiderapante



Nota. La figura muestra el proceso de pegado de la cinta antiderapante, la cual da seguridad al momento de realizar las inspecciones.

- También se colocó la cinta antiderapante en los soportes de escalera la cual ayuda al acceso para trabajar en la herramienta especial.

Figura 42.

Soportes de escalera con la cinta antiderapante



Nota. La figura muestra que como medida de seguridad al momento de subir por el soporte de escalera se debe colocar cinta antiderapante para evitar incidentes.

- Se verificó todos los puntos de apoyo que van a la estructura central que también estén pintados para dar por terminada la habilitación de la herramienta.

Figura 43.*Soportes de apoyo pintados*

Nota. La figura muestra la finalización de la habilitación especial para cumplir con los ítems de inspección.

- Se da por terminado la habilitación total de la herramienta especial conocida como plataforma de trabajo la cual nos permitirá la inspección en el helicóptero Lama SA 315-B

Figura 44.*Plataforma de trabajo habilitada*

Nota. La figura muestra a la plataforma de trabajo habilitada totalmente con todos sus soportes de apoyo que van a la estructura central.

3.5 Pruebas de funcionamiento

Las pruebas de funcionamiento de la herramienta de trabajo se ejecutaron en el GAE 45 "Pichincha" pasando por una supervisión del personal técnico y verificando que la herramienta esté en óptimas condiciones para ser empleada.

La herramienta especial para su verificación de funcionamiento se realizó con la inspección T1 que se realiza a las 400 horas de funcionamiento.

Figura 45.

Pruebas de funcionamiento de la herramienta especial



Nota. La figura muestra el funcionamiento de la herramienta especial aplicada al helicóptero Lama SA 315-B verificando puntos de apoyo, tuercas y pasadores.

3.6 Preparación del helicóptero

La preparación del helicóptero para la inspección se ejecutó de acuerdo al manual de mantenimiento donde nos detalla el remolque, instrucciones y herramientas a utilizarse inclusive las medidas de seguridad que se debe tener al momento de remolcar la aeronave.

La preparación de puesta en ruedas es realizada manualmente mediante herramientas especiales; barra de izado, ruedas equipadas y un herraje para izado que ayudan a la rodadura en tierra.

Para el remolque de la aeronave son necesarias 3 personas de mantenimiento; un operador en el arco protector, un operador en el lado derecho y un operador en el lado izquierdo del helicóptero que serán indispensables para el rodaje del helicóptero empujando por los montantes traseros de la estructura central del fuselaje.

Se debe tener cuidado que no se debe empujar los amortiguadores, diagonales del botalón de cola, el estabilizador y adicional no hacer girar el helicóptero sobre una rueda esto hace que exista deterioración del neumático.

Figura 46.

Remolque del helicóptero



Nota. La figura muestra el proceso de cómo se debe empujar a la aeronave llevando hacia adelante.

3.6.1 Hangar para realizar la inspección del helicóptero

La inspección que se ejecutó al helicóptero fue en las instalaciones del GAE 45 “Pichincha” que contaba con el hangar disponible para efectuar el mantenimiento y con la ayuda del personal se remolcó al helicóptero hasta el hangar y comenzar a ejecutarse la tarea de mantenimiento.

Figura 47.*Helicóptero en el hangar*

Nota. La figura muestra al helicóptero Lama listo para ejecutar la tarea de mantenimiento.

3.7 Manuales, herramientas y materiales para la inspección

Los manuales, herramientas y materiales son indispensables al momento de realizar el mantenimiento para que sea realizada de una manera correcta.

3.7.1 Manuales de mantenimiento

Tabla 2*Manuales de mantenimiento*

Ítems	Descripción
01	Manual de mantenimiento (AMM) del helicóptero Lama SA 315-B
02	Manual catálogo ilustrado de partes (IPC) del helicóptero Lama SA 315-B

Ítems	Descripción
03	Manual de Reparación Estructural (SRM) del del helicóptero Lama SA 315-B

Nota. La tabla detalla los manuales de mantenimiento para ejecutar la inspección en la aeronave.

3.7.2 Herramientas

Tabla 3

Herramientas para la inspección

Ítems	Descripción
01	Herramienta especial 3130_95_00.026
02	Caja de herramientas (juegos de llaves)
03	Entorchador
04	Cortador para alambre de frenado
05	Juego de rachas

Nota. La tabla detalla las herramientas para ejecutar la carta de trabajo en especial hace referencia a la herramienta especial.

3.7.3 Material expandible

Tabla 4

Material expandible

Ítems	Descripción
01	Tela pañal
02	Aceite Mil L 6086
03	Lubriplate
04	Limpia contactos

Nota. La tabla detalla todo el material expandible usado a la inspección

Figura 48.

Manuales, materiales y herramientas



Nota. La figura muestra los manuales, materiales y herramientas listos para ser utilizados.

3.8 Ejecución de la carta de trabajo N° 40-12-601

Una vez conformado el equipo de trabajo y contar con los manuales, herramientas y material se comenzó a la inspección con el personal técnico.

Figura 49.

Mesa de trabajo



Nota. Se puede observar la mesa de trabajo con los manuales, herramientas y materiales para la inspección.

Para comenzar con la inspección se instaló la herramienta especial verificando todos los puntos de apoyo que van a la estructura central.

Figura 50.

Plataforma de trabajo instalada para la inspección



Nota. Se realizó el proceso de instalación de la plataforma de trabajo en la estructura central de la aeronave.

3.8.1 Verificación de frenado

Para la verificación del frenado se realizó el torque de los pernos a fin de frenar los mismo y realizar la verificación correspondiente.

Figura 51.

Torque de pernos



Nota. La figura muestra el torque de los pernos que van sujetos a la C.T.P

Una vez ya ajustado con el torque indicado a 140 lbf-in en todos los pernos se procedió al frenado y verificación correspondiente como indica el ítem de inspección.

Figura 52.

Verificación de torque.

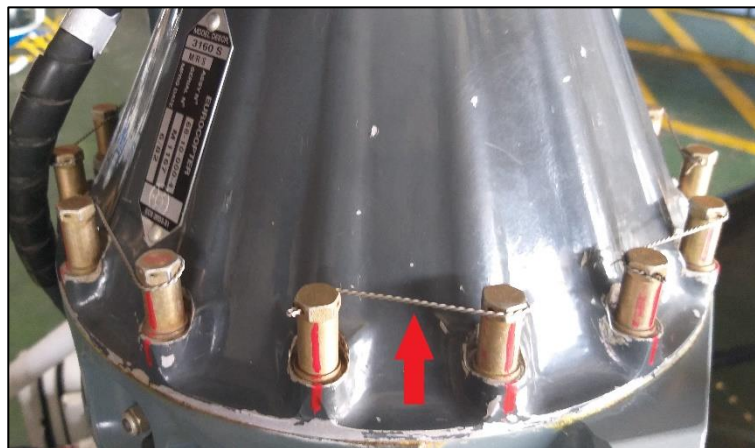


Nota. Se ejecutó el torque de los pernos de la corona a la CTP

Se procedió a verificar el frenado de los pernos con el alambre de freno 0.08 mm como indica la carta de trabajo.

Figura 53.

Frenado de pernos



Nota. Se verificó la resistencia de frenado de los pernos la C.T.P

Una vez ya terminado el frenado se procedió a ejecutar la marcación de color rojo líneas de fe.

Figura 54.

Proceso de marcación de líneas de fe

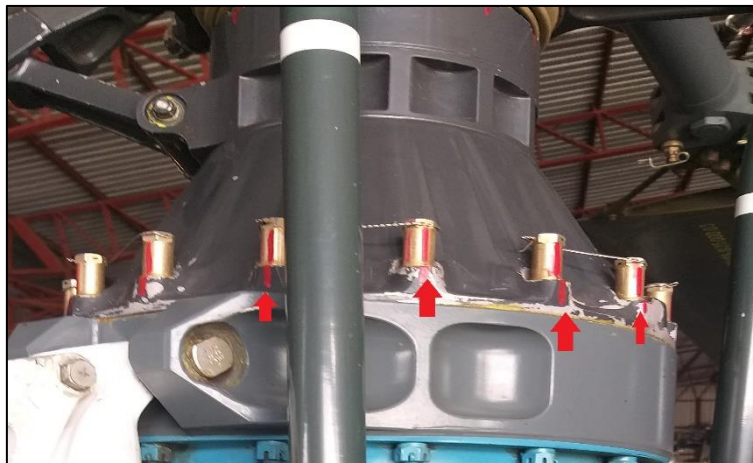


Nota. Se ejecutó la marcación de las líneas de fe con un lápiz de color rojo.

Una vez terminada la marcación de las líneas de fe se procedió a verificar.

Figura 55.

Verificación de las líneas de fe



Nota. Se puede observar la marcación de las líneas de fe teniendo en cuenta que estén en la posición relativa perno – tuerca.

3.8.2 Estanqueidad de la C.T.P

El ítem de la inspección manda a verificar escapes de aceite en la unión de cada elemento montado sobre el cárter.

Figura 56.

Unión de corona montado al cárter

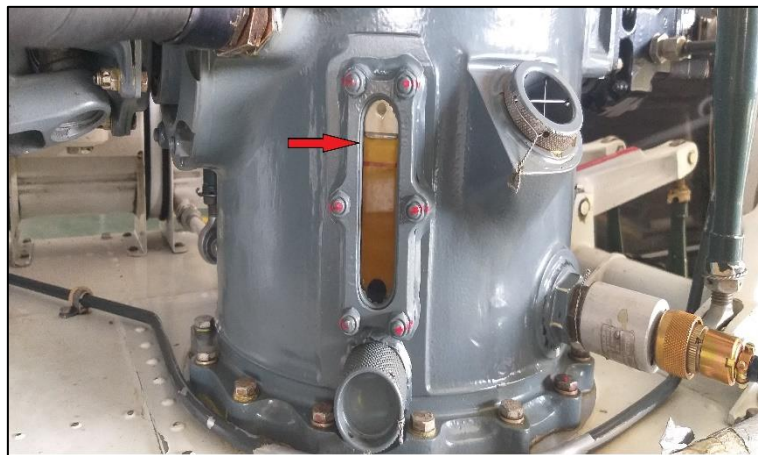


Nota. No existe escapes de aceite en la unión de los elementos al cárter.

Puede asegurarse que no existan escapes de aceite de la caja de transmisión principal.

Figura 57.

Nivel de aceite de la C.T.P



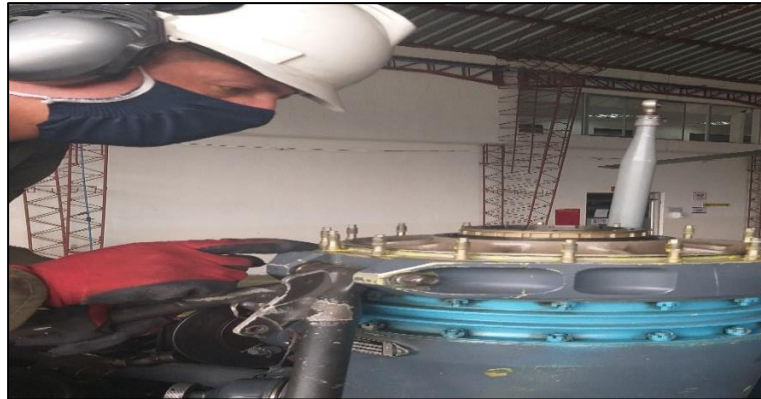
Nota. El nivel de aceite de la C.T.P está en los parámetros correctos una vez realizada la inspección.

3.8.3 Corrosión, pintura y estado en general

Se verificó bajo la supervisión, el cárter y todos sus accesorios, ausencia de corrosión principalmente en las zonas de ensamblado.

Figura 58.

Inspección de corrosión



Nota. Se ejecutó la inspección de posibles fisuras, grietas y deterioro encontrándose sin novedad.

3.8.4 Sobre calentamiento de la C.T.P

Se verificó visualmente la eventual presencia de señales de sobre calentamiento del cárter.

Figura 59.

Verificación de sobre calentamiento



Nota. C.T.P está en perfectas condiciones y sin existencia de sobre calentamiento ya que se mantiene de color azul.

3.8.5 Conexiones eléctricas

Se verificó el estado, limpieza y resistencias de las tomas

Figura 60.

Limpieza de conectores



Nota. La figura muestra el mantenimiento que se realizó a los conectores utilizando limpia contactos ya que son conectores eléctricos. Además, se realizó la verificación de los conectores que queden en condiciones operables.

Figura 61.

Verificación de los conectores



Nota. La figura muestra que todos los conectores quedaron en condiciones operables luego de su verificación correspondiente.

Figura 62.

Limpieza del transmisor tacométrico



Nota. Se realizó la limpieza y verificación de las tomas eléctricas del transmisor tacométrico.

3.8.6 Verificación de puntos de fricción de la C.T.P

Figura 63.

Verificación de puntos de fricción de la C.T.P



Nota. En este punto se procedió hacer girar el rotor, a mano para localizar un punto de fricción o una rigidez incipiente de la C.T.P

De esta manera se da por terminada la inspección de la carta de trabajo quedando la caja de transmisión principal operable.

Figura 64.

C.T.P operable



Nota. Se puede observar que se realizó la inspección y verificación de la C.T.P

3.8.7 Puesta en condición

Ahora bien, procedió a desinstalar la herramienta especial de la aeronave, así mismo teniendo en cuenta que se debe tener mucho cuidado al momento de desinstalar.

Figura 65.

Desmontaje de la plataforma de trabajo



Nota. Como último punto se realizó el desmontaje de la plataforma de trabajo para dejar a la aeronave en condiciones operables.

Capítulo IV

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

- La información que se recopiló para el desarrollo de este proyecto se obtuvo de los manuales de mantenimiento de la casa fabricante con el fin de que la información sea válida y eficaz, de esta manera se logró implementar la herramienta especial acorde los parámetros establecidos.
- Para llevar a cabo la inspección de la carta de trabajo N° 40-102-601 se implementó la herramienta especial la cual se utilizó de la mejor manera logrando así un mantenimiento correcto y eficiente bajo la supervisión del personal técnico.
- Para la verificación de la herramienta especial se realizó las comprobaciones en el helicóptero Lama SA 315-B realizando la inspección T1 de 400 horas teniendo en cuenta que se trabajó con los manuales de mantenimiento en todo momento y aplicando las normas de seguridad antes, durante y después de la inspección.

4.2 Recomendaciones

- Se recomienda llevar una inspección periódica de las herramientas especiales para mantener en un estado operable a fin de que cuando se realicen las inspecciones estén disponibles para el helicóptero lama SA 315-B.
- Asegurarse de ejecutar un mantenimiento adecuado a la plataforma de trabajo, a fin de mantenerle en un estado operable para próximas inspecciones que se requieran ejecutar a la aeronave. Con lo antes mencionado fue necesario realizar una limpieza después de cada

inspección que se realiza para conservar toda la herramienta y guardar en un lugar específico designado.

- Se recomienda al personal de técnicos ser cuidadoso al momento de instalar la plataforma de trabajo ya que cuenta con puntos de apoyo que van a la estructura central y que puede ocasionar daños a la misma.

Bibliografía

Bazzani, M. (s. f.). *Aérospatiale SA 315B Lama*. Heli-Archive.Ch. Recuperado 11 de noviembre de 2020, de <https://www.heli-archive.ch/en/helicopters/in-depth-articles/aerospatiale-sa-315b-lama/>

EUROCOPTER. (1987). *Manual de Mantenimiento del Helicóptero Lama SA 315*. EUROCOPTER.

Rivadeneira, C. (2020, mayo 25). *Aviación del Ejército*. Ejército Ecuatoriano. <https://ejercitoecuadoriano.mil.ec/institucion/fftt/sistema-de-armas/aviacion-del-ejercito>

Safety, A. (2020, abril 30). *Personal Protective Equipment: What Sanctions are what they are for*. <https://www.anbuppe.com/what-are-personal-protective-equipment/>

TURBOMECA GROUPE SAFRAN. (2009). *Manual de Mantenimiento del Helicóptero Lama SA 315*.

ANEXOS