



Inspección de 100 horas del estabilizador horizontal, mediante la carta de trabajo N° 055-10-00, del helicóptero MI 171 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “Paquisha”

Espinoza Charco, Edison Pablo

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica

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

Mención Aviones

Ing. Coello Tapia, Luis Ángel

Latacunga, 06 Abril del 2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **Inspección de 100 horas del estabilizador horizontal, mediante la carta de trabajo N° 055-10-00, del helicóptero MI 171 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército n° 15 “Paquisha”** fue realizado por el señor **Espinoza Charco Edison Pablo** la cual ha sido revisada y analizada 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 Abril del 2021

Ing. Coello Tapia, Luis Ángel

C.C.: 0503128662

REPORTE DE VERIFICACIÓN



Document Information

Analyzed document	Espinoza Edison tesis.pdf (D100248723)
Submitted	3/31/2021 3:03:00 AM
Submitted by	
Submitter email	epespinoza@espe.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	lacoello.espe@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / MONOGRAFIA CAMPOVERDE HURTADO ALEX ISRAEL.pdf Document MONOGRAFIA CAMPOVERDE HURTADO ALEX ISRAEL.pdf (D97788789) Submitted by: aicampoverde@espe.edu.ec Receiver: eaarevalo1.espe@analysis.orkund.com		3
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / IMPRIMIR.docx Document IMPRIMIR.docx (D26426422) Submitted by: pillasflou_19@hotmail.es Receiver: lmarellano1.espe@analysis.orkund.com		1
SA	Envio Urkund Sr tandalla Holguer.pdf Document Envio Urkund Sr tandalla Holguer.pdf (D62842577)		1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS AMAN OSCAR URKU.docx Document TESIS AMAN OSCAR URKU.docx (D64312510) Submitted by: ofaman@espe.edu.ec Receiver: eszabala.espe@analysis.orkund.com		1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / Inspección y Chequeo del área del radome por condición y seguridad, de acuerdo a l ... Document Inspección y Chequeo del área del radome por condición y seguridad, de acuerdo a l ... (D90496931) Submitted by: dmcando1@espe.edu.ec Receiver: maarellano3.espe@analysis.orkund.com		1
SA	MONOGRAFÍA GONZALEZ DAVID.docx Document MONOGRAFÍA GONZALEZ DAVID.docx (D62831527)		1
W	URL: http://www.proteccioncivil.es/catalogo/carpeta02/carpeta24/vademecum17/vdm02515.htm Fetched: 12/16/2020 2:26:12 AM		1



creado electrónicamente por:
**LUIS ANGEL
 COELLO**



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo **Espinoza Charco, Edison Pablo** con cédula de ciudadanía n°1723262760, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Inspección de 100 horas del estabilizador horizontal, mediante la carta de trabajo N° 055-10-00, del helicóptero MI 171 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército n° 15 “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, 06 de Abril del 2021

Espinoza Charco, Edison Pablo

C.C.: 1723262760



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **Espinoza Charco, Edison Pablo** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Inspección de 100 horas del estabilizador horizontal, mediante la carta de trabajo N° 055-10-00, del helicóptero MI 171 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército n° 15 “Paquisha”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 06 de Abril del 2021

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'ESPINOZA', is positioned above a horizontal line.

Espinoza Charco, Edison Pablo

C. C.: 1723262760

Dedicatoria

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

A mi madre que ha sido un ejemplo de lucha, trabajo duro y constancia. Que desde niño me protegió y guio para ser una persona honesta y de bien para siempre salir adelante a pesar de los obstáculos que se presentaran en mi vida.

A mi esposa quien con su amor incondicional ha sido un pilar fundamental para culminar mi carrera, con sus consejos y dedicación permitió que no desvíe el rumbo de mi meta.

Espinoza Charco, Edison Pablo

Agradecimiento

Quiero expresar toda mi gratitud a Dios por brindarme lo más valioso que es la vida, por darme la fortaleza en tiempos de debilidad.

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

A mi esposa que con su amor incondicional estuvo siempre a mi lado para brindarme su apoyo y consejo cuando más los necesitaba.

A los docentes de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, por impartirnos los conocimientos y ser una guía.

Tabla de contenidos

Carátula.....	1
Certificación	2
reporte de verificación	3
responsabilidad de autoría	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 de investigación.....	18
 Antecedentes.....	18
 Planteamiento del Problema.....	19
 Justificación	19
 Objetivos	20
 <i>Objetivo General</i>	20

Objetivo Específicos	20
Alcance.....	21
Marco teórico	22
Helicóptero MI 171	22
Historia del helicóptero MI 171	22
Características generales	23
Tipos de operación	23
Dimensiones	27
Grupo estructural	29
Fuselaje	29
Estabilizador	35
Puertas	37
Ventanas	41
Mantenimiento Aeronáutico	43
Tipos de mantenimiento	43
Documentación	46
Manuales técnicos	46
Manuales operacionales	48
Desarrollo del tema	50
Preliminares	50

Recopilación de información.....	51
Medidas de seguridad	51
Herramienta especial para la elaboración de costillas.....	53
<i>Herramientas, materiales y equipos utilizados en la construcción ...</i>	<i>53</i>
<i>Características de la herramienta.....</i>	<i>54</i>
Preparación de la Aeronave.....	63
Desmontaje del estabilizador horizontal.....	64
<i>Herramientas y equipos.....</i>	<i>64</i>
<i>Material fungible</i>	<i>65</i>
<i>Documentación específica</i>	<i>65</i>
<i>Desmontaje.....</i>	<i>66</i>
Elaboración de la costilla	67
<i>Materiales, herramientas y equipos</i>	<i>67</i>
<i>Diseño de la costilla</i>	<i>69</i>
<i>Construcción de la costilla.....</i>	<i>69</i>
Reemplazo de la costilla	77
<i>Materiales, herramientas y equipos</i>	<i>77</i>
<i>Reemplazo de la costilla</i>	<i>78</i>
Montaje del estabilizador horizontal.....	86
<i>Herramientas y equipos.....</i>	<i>86</i>

<i>Material fungible</i>	87
<i>Documentación específica</i>	88
<i>Montaje</i>	88
Conclusiones y recomendaciones	91
Conclusiones	91
Recomendaciones	92
Bibliografía	93
Anexos	94

Índice de figuras

Figura 1 <i>Helicóptero MI-171</i>	23
Figura 2 <i>Carga interna y carga externa</i>	24
Figura 3 <i>Versión transporte de tropa</i>	25
Figura 4 <i>Versión ambulancia</i>	26
Figura 5 <i>Versión de combate</i>	27
Figura 6 <i>Fuselaje</i>	30
Figura 7 <i>Fuselaje de la sección de nariz</i>	31
Figura 8 <i>Sección central fuselaje</i>	32
Figura 9 <i>Boom de cola</i>	33
Figura 10 <i>Pylón del boom de cola</i>	34
Figura 11 <i>Estabilizador</i>	35
Figura 12 <i>Partes del estabilizador horizontal</i>	36
Figura 13 <i>Puerta para pasajeros</i>	38
Figura 14 <i>Puerta de carga</i>	39
Figura 15 <i>Puerta de carga parte interna</i>	39
Figura 16 <i>Salida de emergencia</i>	40
Figura 17 <i>Puerta cabina de pilotos</i>	41
Figura 18 <i>Ventanas</i>	43
Figura 19 <i>Mantenimiento preventivo</i>	44
Figura 20 <i>Mantenimiento restaurativo</i>	46
Figura 21 <i>El Equipo de Protección Personal</i>	52
Figura 22 <i>Soldadora MIC</i>	54
Figura 23 <i>Diseño de la herramienta en solidworks</i>	55

Figura 24 Soporte principal de la herramienta en solidworks	56
Figura 25 Soporte principal de la herramienta	56
Figura 26 Brazo guía de la herramienta	57
Figura 27 Roscado del brazo guía	58
Figura 28 Brazo guía con la pieza móvil	58
Figura 29 Pieza móvil del brazo guía	59
Figura 30 Brazo actuador de la herramienta	60
Figura 31 Brazo actuador de la herramienta soldada	60
Figura 32 Parte móvil del brazo actuador en solidworks	61
Figura 33 Parte móvil del brazo actuador	61
Figura 34 Roscado de la parte móvil del brazo actuador	62
Figura 35 Sujeción de la parte móvil al brazo actuador	62
Figura 36 Herramienta especial terminada	63
Figura 37 Herramientas para el desmontaje del estabilizador horizontal	64
Figura 38 Material fungible	65
Figura 39 Señalización indicando el ángulo de instalación del estabilizador	66
Figura 40 Ganchos de la antena	67
Figura 41 Cizalla manual	68
Figura 42 Diseño de la costilla en solidworks	69
Figura 43 Colocación de las medidas en la lámina de aleación de aluminio 2024-T3 ..	70
Figura 44 Moldes de madera	70
Figura 45 Moldes de madera y la lámina de aluminio	71
Figura 46 Formación de la costilla	72
Figura 47 Pliegues a los costados de la lámina	72

Figura 48 <i>Orificios en la costilla</i>	73
Figura 49 <i>Rebordes en los orificios de las costillas</i>	74
Figura 50 <i>Tratamiento anticorrosivo con Alodine</i>	74
Figura 51 <i>Costilla sumergida en Alodine</i>	75
Figura 52 <i>Lavado de la costilla del estabilizador horizontal</i>	76
Figura 53 <i>Primer aplicado a la costilla</i>	76
Figura 54 <i>Taladro neumático</i>	78
Figura 55 <i>Botador y taladro</i>	78
Figura 56 <i>Uso del botador</i>	79
Figura 57 <i>Sacado de remaches universales</i>	80
Figura 58 <i>Banda de protección</i>	80
Figura 59 <i>Parte interna del estabilizador horizontal</i>	81
Figura 60 <i>Perforaciones de la costilla</i>	82
Figura 61 <i>Uso de clecos</i>	82
Figura 62 <i>Colocación de remaches especiales</i>	83
Figura 63 <i>Uso de la remachadora neumática</i>	84
Figura 64 <i>Colocación de remaches universales</i>	85
Figura 65 <i>Colocación del Primer en el estabilizador horizontal</i>	85
Figura 66 <i>Entorchador</i>	86
Figura 67 <i>Alambre de freno</i>	87
Figura 68 <i>Inserción del eje del Estabilizador</i>	88
Figura 69 <i>Alineación del estabilizador horizontal</i>	89
Figura 70 <i>Colocación de las tuercas del eje del estabilizador horizontal</i>	90
Figura 71 <i>Colocación del gancho de la antena</i>	90

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Dimensiones</i>	28
---	----

Resumen

La presente monografía tuvo como objetivo el realizar la inspección de 100 horas del estabilizador horizontal del helicóptero MI 171 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha", en la cual se empleó una herramienta especial para la elaboración de costillas la cual beneficio a los técnicos de la sección de mantenimiento de Estructuras Aeronáuticas, esta herramienta será utilizada en la elaboración de costillas del estabilizador horizontal del helicóptero MI 171. Está dividido en capítulos en el primer capítulo se encuentra el problema de investigación, antecedentes, justificación y los objetivos del proyecto, en el segundo capítulo se encuentra el marco teórico el cual contiene información necesaria como el fuselaje, estabilizador, puertas y ventanas del aeronave para iniciar el desarrollo de esta monografía, en el tercer capítulo se describe la ejecución de la inspección desde el diseño, fabricación e implementación de la herramienta especial, el montaje y desmontaje del estabilizador horizontal, la fabricación de las costillas y su posterior instalación siguiendo los parámetros establecidos por el manual de mantenimiento del helicóptero, los beneficios que se obtiene con la implementación de esta herramienta es facilitar el trabajo y reducir el tiempo empleado al realizar este tipo de inspecciones sin comprometer la seguridad al momento de realizar el mantenimiento de las aeronaves.

Palabras clave:

- **HELICÓPTERO MI 171 - BRIGADA DE AVIACIÓN DEL EJÉRCITO**
- **ESTABILIZADOR HORIZONTAL**
- **COSTILLAS DEL ESTABILIZADOR HORIZONTAL**

Abstract

The objective of this monograph was to perform a 100-hour inspection of the horizontal stabilizer of the MI 171 helicopter belonging to the Army Aviation Brigade 15 BAE "PAQUISHA", in which a special tool for the elaboration of ribs was used for the benefit of the technicians of the Aeronautical Structures maintenance section, this tool will be used in the production of horizontal stabilizer ribs for the MI 171 helicopter. The first chapter contains the research problem, background, justification and objectives of the project. The second chapter contains the theoretical framework that contains necessary information such as the fuselage, stabilizer, doors and windows of the aircraft to start the development of this monograph. The third chapter describes the execution of the inspection from the design, fabrication and implementation of the special tool, the assembly and disassembly of the horizontal stabilizer, the manufacture of the ribs and their subsequent installation following the parameters established by the helicopter maintenance manual, The benefits obtained with the implementation of this tool is to facilitate the work and reduce the time spent when performing this type of inspections without compromising safety when performing maintenance on the aircraft.

Keywords

- **HELICOPTER MI 171 - ARMY AVIATION BRIGADE**
- **HORIZONTAL STABILIZER**
- **HORIZONTAL STABILIZER RIBS**

CAPÍTULO I

1. Problema de investigación

1.1. Tema de investigación

Inspección de 100 horas del estabilizador horizontal, mediante la carta de trabajo N° 055-10-00, del helicóptero MI 171 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha".

1.2. Antecedentes

El helicóptero MI 171 es de fabricación rusa, esta aeronave fue creada en el año de 1989, está constituido por un rotor principal con cinco palas también tiene un rotor de cola con tres, contiene dos motores TB-3. La capacidad de esta aeronave es de veinte y cuatro pasajeros, la tripulación consta de un piloto, un copiloto, un ingeniero de vuelo y un mecánico abordó. Este helicóptero es multipropósito ya que se usa para el transporte de tropas y para el transporte de carga.

El Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército cuenta con la sección de mantenimiento de estructuras, equipada para realizar reparaciones, tareas de mantenimiento, inspecciones, el presente proyecto propone la inspección de 100 horas del estabilizador horizontal, mediante la carta de trabajo N° 055-10-00, del helicóptero MI 171 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha".

En la Brigada de Aviación del Ejército existen tres niveles de mantenimiento los cuales son: mantenimiento a nivel de organización, mantenimiento a nivel de campo, mantenimiento a nivel de depósito. También existen los tipos de mantenimientos entre estos tenemos: mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo, mantenimiento restaurativo.

1.3. Planteamiento del Problema

La operatividad de una aeronave requiere un mantenimiento continuo de la estructura de la aeronave por medio de las inspecciones. La aeronave al llegar a las 100 horas de vuelo se debe realizar una inspección estructural. Mediante los ítems de inspección proporcionados por el fabricante. Es importante que las inspecciones se hagan de acuerdo con las mejores técnicas disponibles, porque las técnicas de reparación inadecuadas pueden ser un peligro potencial.

Las revisiones periódicas que se realizan a una aeronave son sumamente importantes para la preservación de la condición y funcionamiento así se minimizará el riesgo de una falla. La fiabilidad de una aeronave depende de la calidad del diseño, así como de la mano de obra empleada en la realización de las reparaciones.

El diseño de una reparación estructural de una aeronave se complica por el requisito de que la aeronave sea lo más ligera posible. Si el peso no fuera un factor crítico, las reparaciones podrían hacerse con un gran margen de seguridad. Las reparaciones deben ser resistentes para soportar todas las cargas, esfuerzos que son exigidas durante el vuelo, toda reparación debe ser realizada de acuerdo a lo escrito en los manuales que son aplicables a la aeronave para garantizar el mantenimiento de la misma.

1.4. Justificación

Con la realización de este trabajo se verán beneficiados los técnicos de la sección de mantenimiento de Estructuras Aeronáuticas, pertenecientes a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha", la cual está adecuada para realizar

mantenimiento e inspecciones a las aeronaves en la que se usa varias herramientas que facilitan el trabajo permitiendo el desarrollo de dicho mantenimiento.

La finalidad de este trabajo es contribuir a la realización de la inspección del estabilizador horizontal del helicóptero MI 171, así como la de otros componentes de las aeronaves que necesitan de herramientas para poder realizar correctamente el mantenimiento, estas herramientas facilitarán el trabajo y reducen el tiempo en el que se realiza la reparación, también el uso adecuado brinda seguridad y permite realizar trabajos acordes a las normas exigidas por el fabricante.

El proyecto es factible ya que la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “Paquisha” cuenta con todos los recursos técnicos y económicos para poder realizar las inspecciones y el mantenimiento, los recursos técnicos son toda documentación técnica manuales y cartas de trabajo, adicional cuenta con el personal capacitado, equipo y herramientas.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Realizar la inspección de 100 horas del estabilizador horizontal, mediante la carta de trabajo N° 055-10-00, del helicóptero MI 171 perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 “Paquisha”.

1.5.2. Objetivo Específicos

- Recopilar información acerca del mantenimiento estructural de las costillas del estabilizador horizontal del Helicóptero MI 171 para realizar la reparación de acuerdo a los parámetros sugeridos por el fabricante.

- Implementar una herramienta especial para la formación de costillas según los manuales de mantenimiento.
- Realizar la inspección de 100 horas según la carta de trabajo N° 055-10-00.

1.6. Alcance

El presente proyecto pretende ayudar a los técnicos de la Sección de Estructuras Aerodinámicas perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha" en la inspección de 100 horas del estabilizador horizontal, en las órdenes de mantenimiento requeridas también en la elaboración de costillas del estabilizador horizontal del helicóptero MI 171, y entre otras tareas de mantenimiento. Este proyecto ayudará a la optimización del tiempo y recursos, la inspección de 100 horas del estabilizador horizontal se la realizará en los hangares de la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha".

CAPÍTULO II

2. Marco teórico

2.1. Helicóptero MI 171

2.1.1. *Historia del helicóptero MI 171*

El helicóptero MI-171 es de fabricación rusa, fue construido en la fábrica de helicópteros Mil de Moscú en 1989 por el Ing. Aeronáutico MIKJAIL MILL quien es el fundador, este helicóptero es derivado del Mil Mi-8 de Rusia.

En 1991 el Mi-8 también entró en producción en serie en la planta de Ulan-Ude, donde recibió algunas modificaciones menores en el equipo y fue renombrado Mi-8AMT (designación de exportación Mi-171) (ver Figura 1). El modelo de base podía funcionar en versiones de transporte de carga ya sea esta en carga interna y en carga externa, de transporte de tropas, de ambulancia, así como en configuraciones de transbordador y de pasajeros.(Benavides F., 2015)

En esta versión se introdujo el motor de gran altitud TB3-117BM, cuyos primeros tipos se probaron en el año de 1985. Estos motores de gran altitud permiten al helicóptero decolar y aterrizar a altitudes de hasta 4000 m y realizar vuelos horizontales a altitudes de hasta 6000 m.

La planta de Ulan-Ude ya había construido cientos de aeronaves de este tipo. En 1997 el helicóptero del tipo Mi-171 recibió un certificado de tipo. En 1999 el Mi-171 recibió un certificado de tipo en China, de conformidad con las normas FAR-29 de los Estados Unidos en las versiones de pasajeros y de carga para vuelos sobre tierra y mar.(MIL moscow, 2011)

Figura 1*Helicóptero MI-171*

Nota. La imagen muestra al helicóptero MI-171 perteneciente a la Brigada de Aviación N° 15 “Paquisha”

2.1.2. Características generales

El helicóptero MI-171 consta de dos motores TB3-117BM de 2250 HP cada uno, diseñado con un sistema de protección contra polvo, el helicóptero Mi-171 está diseñado con rotor principal de cinco palas y rotor de cola de tres, el tren de aterrizaje es de tipo triciclo.(Benavides F., 2015)

La tripulación estará compuesta por un piloto, un copiloto, un ingeniero de vuelo y un mecánico abordó. Durante la realización de vuelos con carga externa, el ingeniero de vuelo o mecánico abordó cumplirá las funciones de operador de a bordo.(Benavides F., 2015)

2.1.3. Tipos de operación

El helicóptero MI-171 es un helicóptero multipropósito está proyectado para el transporte de personal y varios tipos de carga en el compartimento interno y para

transporte de carga bruta fijados en el sistema de gancho de carga. A continuación se detallan los tipos de operación.(Benavides F., 2015)

a. Versión de carga

El helicóptero MI 171 en su versión de carga puede tener dos configuraciones que son las siguientes:

Carga interna: Cargas de hasta 4000 kg en el interior de la cabina de carga

Carga externa: Cargas de hasta 3000 kg (ver Figura 2).

Figura 2

Carga interna y carga externa



Nota. El gráfico representa como se lleva la carga interna y la carga externa del helicóptero MI-171. Tomado del Manual de instrucción MI 171 (Benavides F., 2015)

b. Versión transporte de tropa

Para transporte de tropa de veinticuatro pasajeros (límite por capacidad de espacio). (Ver Figura 3)

Figura 3

Versión transporte de tropa



Nota. El gráfico representa la versión transporte de tropa del helicóptero MI-171. Tomado del Manual de instrucción MI 171 (Benavides F., 2015)

c. Versión ambulancia

Para camillas máximo doce, combinados camillas y asientos, máximo veinte (3 camillas y 17 sentados) (Ver Figura 4)

Figura 4

Versión ambulancia



Nota. El gráfico representa la versión ambulancia del helicóptero MI 171. Tomado del Manual de instrucción MI 171 (Benavides F., 2015)

d. Versión de combate

Este helicóptero puede ser artillado mediante soportes externos con seis porta-cohetes y/o bombas. También este helicóptero puede equiparse con lanzadores múltiples. (Ver Figura 5)

Figura 5

Versión de combate



Nota. El gráfico representa la versión de combate del helicóptero MI-171. Tomado del Manual de instrucción MI 171 (Benavides F., 2015)

2.1.4. Dimensiones

Las dimensiones de este helicóptero permite que este tipo de aeronave sea adecuada para realizar distintas tareas como fueron mencionado anteriormente, Las dimensiones principales del helicóptero MI 171 son las siguientes.

Tabla 1*Dimensiones*

DIMENSIONES	
Descripción	valores
Longitud (sin los rotores principal y de cola)	18,42 m
Longitud (con los rotores principal y de cola girando)	25,24 m
Altura (sin el rotor de cola)	4,75 m
Altura (con el rotor de cola girando)	5,52 m
Punto más bajo del fuselaje	0,44 m
Dimensiones del fuselaje en la zona de las compuertas de carga:	
Altura	1,62 m
Ancho	2,28 m
Dimensiones del vano de la puerta de la cabina de carga:	
Altura	1,40 m
Ancho	0,82 m
Diámetro de las palas del rotor principal	21.3 m.
Diámetro de las palas del rotor de cola	3.90 m.

Nota. Se observa las dimensiones del helicóptero MI 171. Tomado del Manual de instrucción MI 171. (Benavides F., 2015)

2.2. Grupo estructural

2.2.1. Fuselaje

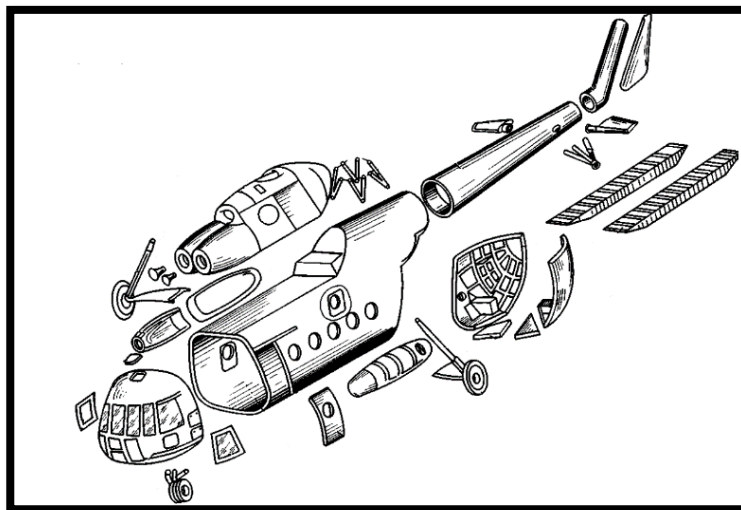
El fuselaje de una aeronave está formada por muchas piezas fabricadas a partir de chapas, perfiles, tubos, piezas forjadas, láminas, etc. Que se unen entre sí para constituir subconjuntos, que terminarán por formar la aeronave.

El fuselaje nos permite soportar las cargas aerodinámicas, nos da un perfil aerodinámico, protege a los equipos o personal que se esté transportando.

El fuselaje del helicóptero es un semimonocasco totalmente metálica (Ver Figura 11), consta de cuatro partes: la sección del morro, la sección central, el brazo de cola y la cola. La unión se realiza en las cuadernas nº 1 y 23 de la sección central del fuselaje y en la cuaderna nº 17 del brazo de cola.

La sección de nariz del fuselaje está unida a la sección central por medio de pernos de 8 mm de diámetro, mientras que el boom de cola está unida a la sección central del fuselaje y al pílón de cola mediante pernos de 10 y 12 mm de diámetro.

El bastidor principal del fuselaje se compone de un conjunto de mamparos (bastidores de fijación fuerte y bastidores anteriores) y largueros fabricados con secciones de aluminio. El suelo y la piel, de 0,8 a 1,2 mm de grosor, conectan el bastidor principal del fuselaje, formando así una estructura rígida y sólida. El bastidor principal del fuselaje está unido a la piel mediante uniones remachadas y soldadas.(MIKJAIL MILL, 2000)

Figura 6*Fuselaje*

Nota. El gráfico representa el fuselaje del helicóptero MI-171. Tomado del Manual de Mantenimiento MI 171.(MIKJAIL MILL, 2000)

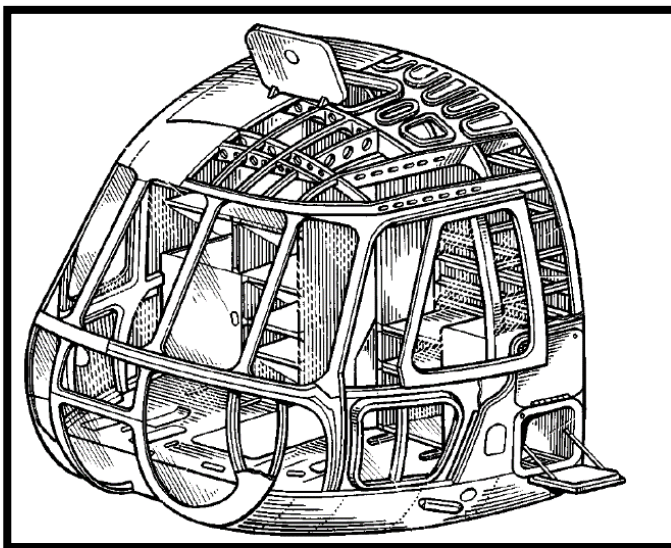
a. Fuselaje de la sección de nariz

La sección de la nariz del fuselaje es una sección de 2,15 m de longitud, unida a la estructura No. 1 de la sección central del fuselaje (Ver Figura 12). La sección de la nariz del fuselaje es un compartimento de vuelo que contiene los asientos del piloto y del copiloto, el asiento del ingeniero de vuelo, los mandos del helicóptero, los paneles de instrumentos y el equipo eléctrico.

Dos baterías de almacenamiento están ubicadas en los conductos inferiores izquierdos y derechos, mientras que los componentes del equipo eléctrico y de radio están instalados en los compartimientos superiores. Los conductos son estructuras remachadas compuestas por secciones de aluminio prensado y pieles cerradas desde el exterior con tapas.(MIKJAIL MILL, 2000)

Figura 7

Fuselaje de la sección de nariz



Nota. El gráfico representa al fuselaje de la sección de nariz del helicóptero MI-171. Tomado del Manual de Mantenimiento MI 171.(MIKJAIL MILL, 2000)

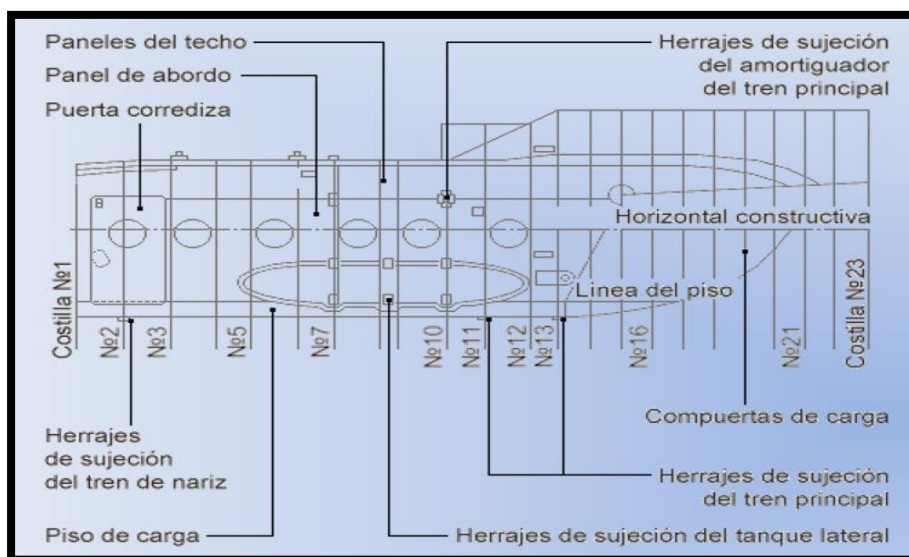
b. Sección central fuselaje

La sección central del fuselaje es una sección de 8,74 m de longitud. En la sección central del fuselaje hay un compartimento de carga con una puerta de carga en la parte trasera (Ver Figura 13). Detrás de la cuaderna nº 10 se encuentra una superestructura; la superestructura se funde en el boom de cola.(MIKJAIL MILL, 2000)

Por encima del compartimento de carga, se encuentran los motores TB3-177BM, y el motor AI-9B (APU). La sección central del fuselaje se compone de paneles y piezas separadas que incluyen los paneles laterales, el compartimento de carga, el suelo, y el techo, y la sección trasera.

Figura 8

Sección central fuselaje



Nota. El gráfico representa la sección central del fuselaje del helicóptero MI-171. Tomado del Manual de Mantenimiento MI 171. (MIKJAIL MILL, 2000)

c. Boom de cola

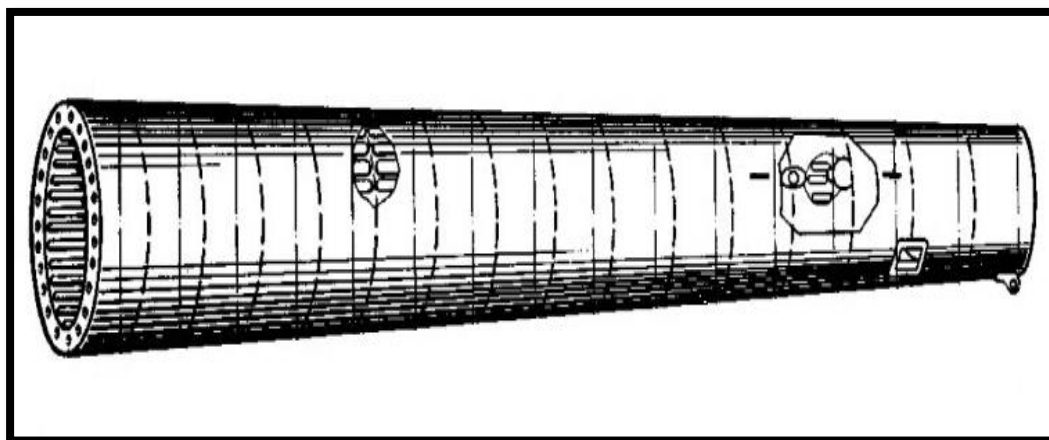
El boom de cola mide 5,44 m de longitud que tiene forma de cono y está formada por tres paneles, dos paneles laterales y uno inferior, que se superponen con la ayuda de remaches. Los recortes realizados en la piel a ambos lados del boom de cola, están destinados para el paso del larguero del estabilizador horizontal.

Un carenado, remachado en la parte inferior del boom de cola, aloja el conjunto de la antena del elemento de la unidad de grabación y el grabador de voz. El carenado se compone de varias secciones de aluminio, secciones perfiladas y la piel (Ver Figura 14). (MIKJAIL MILL, 2000)

La placa está fijada al carenado por medio de tornillos. En la parte trasera del carenado hay dos puertas, 1 en los lados derecho e izquierdo, para acceder a los componentes de la unidad de grabación. Las puertas están aseguradas por medio de cerraduras de presión.

Figura 9

Boom de cola



Nota. El gráfico representa la sección del boom de cola del helicóptero MI-171. Tomado del Manual de Mantenimiento MI 171.(MIKJAIL MILL, 2000)

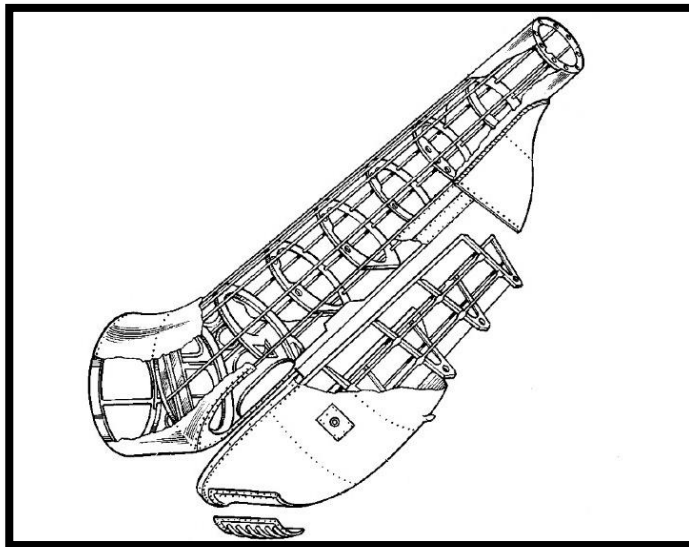
d. Pylón del boom de cola

El pylón del boom de cola es una estructura remachada que comprende el pylón del rotor de cola y un carenado (Ver Figura 15). El eje del pylón del rotor de cola tiene una curvatura hacia arriba en la estructura para formar un ángulo de $43^{\circ}10'$ con respecto a el eje de boom de cola.

Los miembros estructurales transversales son nueve. En los paneles de la parte superior del pylón del boom de cola hay dos puertas provistas de rejillas diseñadas para la toma de aire para la refrigeración de la caja de cambios intermedia, para añadir aceite y para instalar un aparato para medir el ángulo de desalineación del eje de transmisión del rotor y dos compuertas para la inspección del eje de transmisión del pylón.(MIKJAIL MILL, 2000)

Figura 10

Pylón del boom de cola



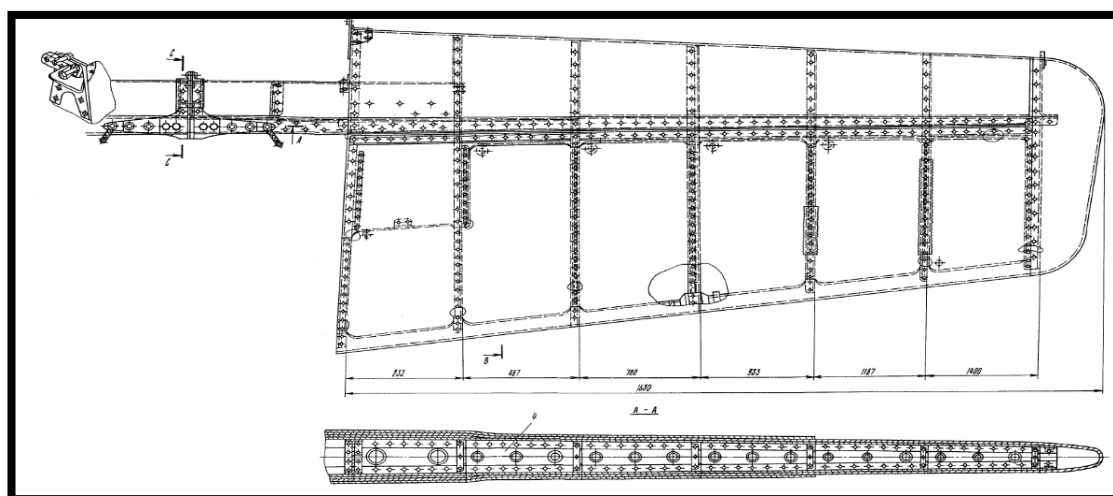
Nota. El gráfico representa la sección del Pylón del boom de cola del helicóptero MI 171. Tomado del Manual de Mantenimiento MI 171.(MIKJAIL MILL, 2000)

2.2.2. Estabilizador

Un estabilizador es una superficie aerodinámica que produce una fuerza aerodinámica cuyo propósito principal es de mejorar la estabilidad con respecto a un determinado eje (Ver Figura 16).

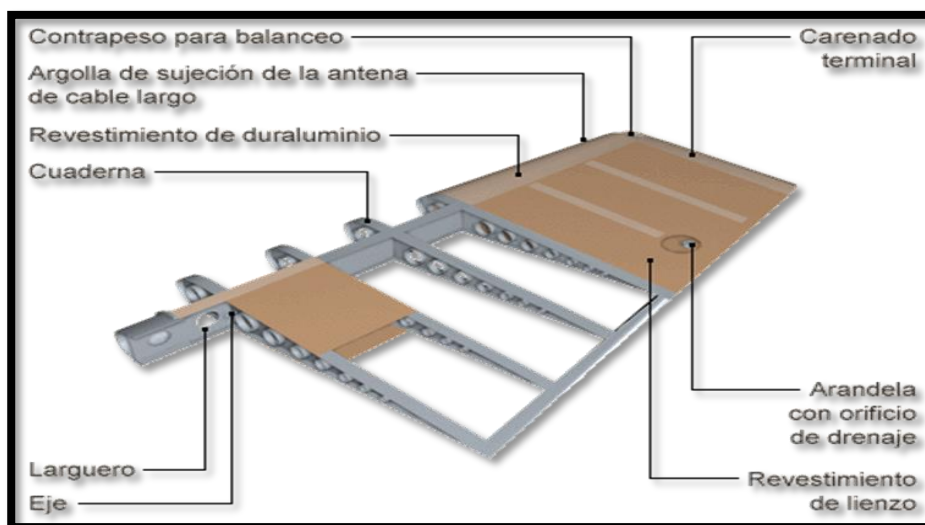
Figura 11

Estabilizador



Nota. El gráfico representa al estabilizador del helicóptero MI-171. Tomado del Manual de Mantenimiento MI 171. (MIKJAIL MILL, 2000)

Cada mitad del estabilizador horizontal es una estructura remachada; consta de un larguero, siete costillas, piel del borde de ataque de aluminio, larguero del borde de ataque, carenado final desmontable, piel, banda de acero de refuerzo, accesorio de fijación (remaches), eje de fijación del estabilizador horizontal, brida de fijación, estribo de ajuste (Ver Figura 17).

Figura 12*Partes del estabilizador horizontal*

Nota. El gráfico representa las partes del estabilizador del helicóptero MI-171. Tomado del Manual de Mantenimiento MI 171.

Las costillas están sujetadas en láminas de aluminio. Las bridas de las partes posteriores de las costillas tienen rebordes con agujeros para remachar las láminas de aluminio. Los extremos del estabilizador horizontal están cerrados con un carenado de extremo extraíble. Las puntas de las costillas están provistas de terminales remachadas para la fijación de la antena de cable del equipo de radio.

La parte del borde de ataque del estabilizador horizontal, incluyendo el larguero, está cubierta con láminas de duraluminio de 0,8 mm de espesor de 0,8 mm de grosor, que se unen a los extremos de las costillas con uniones remachadas. La parte del borde de salida del estabilizador horizontal está cubierta con aluminio. El larguero 4 de tipo viga es una estructura remachada. Sus tapas superior e inferior están hechas de

secciones angulares de aluminio. Instalado en el larguero cerca de la costilla N° 1 hay accesorios con eje para la fijación del estabilizador horizontal al soporte del boom de cola. (MIKJAIL MILL, 2000)

2.2.3. Puertas

Las puertas para la cabina de pilotos permiten la entrada y salida de los miembros de la tripulación, la puerta para los pasajeros esta se encuentra al lado izquierdo del helicóptero. Para la carga del material y las diversas cargas el helicóptero cuenta con unas puertas en la parte posterior del fuselaje adicional cuenta con rampas para subir y bajar la carga. (MIKJAIL MILL, 2000)

El helicóptero está provisto de una puerta de entrada, ventanillas y puertas, que permiten abandonar el helicóptero en caso de emergencia, señalizadas con pintura y stickers de color rojo para que sean identificadas rápidamente.

a. Puerta para pasajeros

El helicóptero MI-171 está provisto de una puerta corrediza situada en el lado de izquierdo de la aeronave para la entrada y salida de los pasajeros (Ver Figura 6), además cuenta con una manija que permite expulsar la puerta en una situación de emergencia esta manija es de color rojo para que sea identificada fácilmente, la puerta tiene una ventana similar a las ventanas del compartimento de carga situadas en los paneles laterales de la aeronave, para poder acceder a la aeronave se usa una pequeña escalera que se engancha en el marco inferior de la puerta, las dimensiones totales de la puerta son altura 1,40 m y la anchura de 0,82 m.

Figura 13

Puerta para pasajeros



Nota. La imagen muestra a la puerta de pasajeros del helicóptero MI-171 perteneciente a la Brigada de Aviación N° 15 “Paquisha”

b. Puerta de carga

Las puertas de carga cierran la abertura trasera del compartimento de carga, a través de la cual se cargan y descargan los materiales y las cargas (Ver Figura 7).

Cuando están cerradas las puertas de carga proporcionan una capacidad adicional al compartimento de carga y las puertas forman un contorno trasero de la sección central del fuselaje (Ver Figura 8).(MIKJAIL MILL, 2000)

Figura 14

Puerta de carga



Nota. La imagen muestra a la puerta de carga del helicóptero MI-171 perteneciente a la Brigada de Aviación N° 15 “Paquisha”.

Figura 15

Puerta de carga parte interna



Nota. La imagen muestra a la puerta de carga por la parte interna del helicóptero MI-171 perteneciente a la Brigada de Aviación N° 15 “Paquisha”.

c. Salida de emergencia

Las puertas (ventanas) de salida de emergencia situadas en el compartimento de carga están cerradas cada una de las cuales consiste en un marco de aleación de magnesio con refuerzos de chapa remachados (Ver Figura 9). Cada puerta puede ser liberada en caso de emergencia desde las manillas de liberación de emergencia interiores y exteriores. En cada puerta de salida de emergencia (ventana) existe un mecanismo de desbloqueo de emergencia que está conformado con pasadores de bloqueo.(MIKJAIL MILL, 2000)

Figura 16

Salida de emergencia



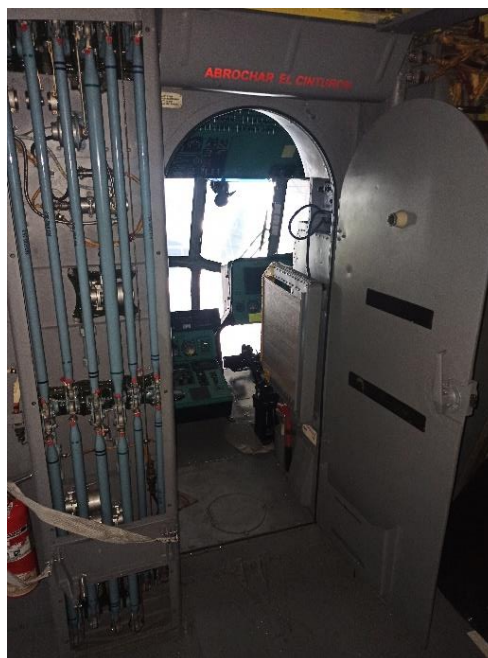
Nota. La imagen muestra a la salida de emergencia del helicóptero MI-171 perteneciente a la Brigada de Aviación N° 15 "Paquisha".

d. Puerta cabina de pilotos

Esta puerta da acceso a la cabina de pilotos. La puerta consiste en un marco con pieles exteriores de aluminio e interiores de cuero remachadas (Ver Figura 10), está montada a un costado por medio de bisagras, adicional posee una manija para poder abrir, cerrar y asegurar.

Figura 17

Puerta cabina de pilotos



Nota. La imagen muestra a la puerta cabina de pilotos del helicóptero MI-171 perteneciente a la Brigada de Aviación N° 15 "Paquisha".

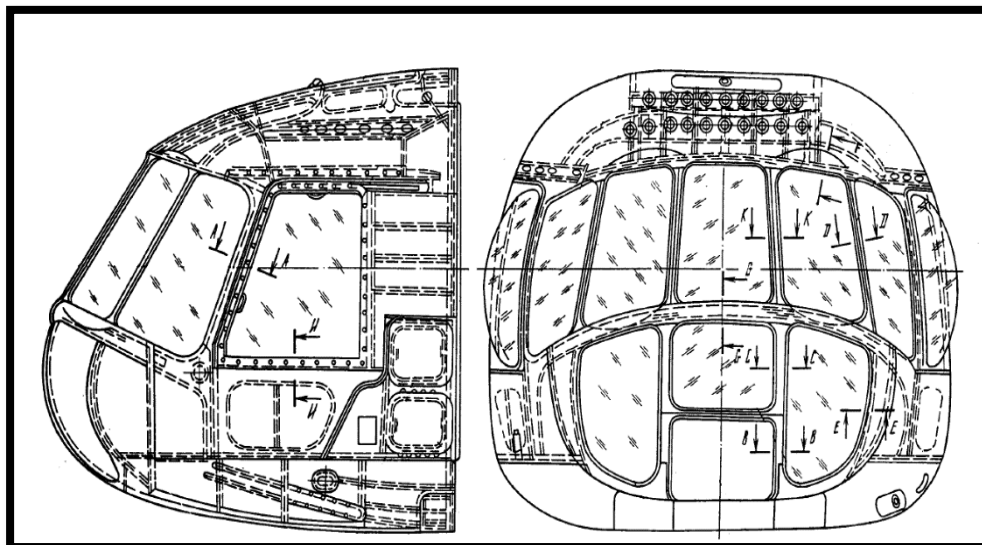
2.2.4. Ventanas

Las transparencias del helicóptero incluyen las ventanas del compartimento de vuelo y las del compartimento de carga. Las ventanas del compartimento de vuelo

consisten en paneles de vidrio orgánico estirado convexo enmarcados alrededor con tiras de goma especiales. Los parabrisas del piloto y del copiloto son de vidrio triplex calentado con película y con limpiaparabrisas (Ver Figura 18). (MIKJAIL MILL, 2000)

Los paneles de vidrio están colocados en marcos de aleación de magnesio fundido y se fijan a los orificios de las ventanas con cubiertas de duraluminio mediante tornillos y tuercas especiales. Los orificios para los paneles de vidrio se tratan con sellador en el interior y el exterior después de la instalación de los paneles de vidrio. Para evitar que se empañen los paneles de vidrio en los bordes laterales e inferiores, se les suministra aire caliente en el compartimento de vuelo.

Los paneles laterales del compartimento de carga tienen recortes en la piel para las ventanas que están bordeadas con aleación de magnesio fundido, en los que se encuentran los paneles de vidrio orgánico estirado convexo, provistos de con juntas de goma.(MIKJAIL MILL, 2000)

Figura 18*Ventanas*

Nota. El gráfico representa a las ventanas del helicóptero MI-171. Tomado del Manual de Mantenimiento MI 171.

2.3. 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. (Fernando Guerrero, 2017)

2.3.1. 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)

Figura 19

Mantenimiento preventivo



Nota. El gráfico representa una inspección visual de un helicóptero perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército.

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 pista se debe resolver 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)

Figura 20*Mantenimiento restaurativo*

Nota. El gráfico representa el proceso de un mantenimiento restaurativo de un helicóptero perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército.

2.4. Documentación

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.

2.4.1. Manuales técnicos**a. Aircraft Maintenance Manual (AMM)**

El Manual de Mantenimiento de la Aeronave es un documento oficial que detalla 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 actualizando 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.

2.4.2. Manuales operacionales

a. Airplane Flight Manual (AFM)

El manual de vuelo de un avión (AFM) es un documento echo 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)

CAPÍTULO III

3. Desarrollo del tema

3.1. Preliminares

La intención que tiene el presente proyecto de titulación es facilitar el desarrollo de las inspecciones al personal de técnicos de la sección de Estructuras Aeronáuticas perteneciente a la Brigada de Aviación del Ejército N° 15 "Paquisha", al elaborar una herramienta la cual nos permita realizar las costillas del estabilizador horizontal del helicóptero MI 171.

En el siguiente capítulo se describe los pasos que se realizó para la ejecución de la inspección de 100 horas del estabilizador descritos en la carta de trabajo N° 055-10-00. El estabilizador del Helicóptero MI 171 está ubicado en la parte posterior del helicóptero en el boom de cola el cual proporciona estabilidad a la aeronave.

Esta aeronave es usada en muchas operaciones ya sea de transporte de personal, carga, en operaciones como son apagar incendios, patrullaje aéreo cerca de la frontera, por las operaciones que cumple esta aeronave se requiere realizar un chequeo continuo ya sean estos en pre vuelo, durante el vuelo y pos vuelo, es por eso que en los programas de mantenimiento que tiene la Brigada de Aviación del Ejército se realiza una inspección cada 100 horas de la estructura de esta aeronave, en esta inspección se busca verificar la existencia de fisuras, hundimiento, desprendimientos o algún otro factor que pueda afectar el funcionamiento y las futuras operaciones. Es por esto que este proyecto tiene la finalidad de elaborar una herramienta que nos permita la elaboración de costillas del estabilizador horizontal de dicho Helicóptero.

3.2. Recopilación de información

La recopilación de información obtenida para este proyecto se la tomó de los manuales del helicóptero emitidas por la casa fabricante (Mil Moscow Helicopter Plant), también se sustrajo información del Manual General de Mantenimiento emitida por la Brigada de Aviación del Ejército en el cual se describen los planes de mantenimiento para las aeronaves que posee.

3.3. Medidas de seguridad

Un punto muy importante para tomar en cuenta es la seguridad, para prevenir cualquier riesgo de un accidente o incidente se debe tener presente las medidas de seguridad y el uso adecuado de los equipos de protección personal, ya que de este modo se precautelará la vida del personal de técnicos que realizan el mantenimiento a las aeronaves y a su vez las bienes materiales de la Brigada de Aviación del Ejército.

En los manuales emitidos por el fabricante se detalla paso a paso los procedimientos necesarios para realizar las tareas de mantenimiento requeridas, esto evitará que el personal técnico tenga exceso de confianza al realizar tareas de mantenimiento repetitivas ya que esto podría causar que el técnico realice de manera inadecuada los procesos de mantenimiento, por lo tanto es necesario que al realizar una tarea de mantenimiento se tenga siempre los manuales actualizados y demás documentación al día.

El uso inadecuado de las herramientas genera riesgo para las personas que están manipulándolas, por este motivo se debe tener conocimiento previo del uso y manejo de las herramientas que vayamos a usar durante el mantenimiento.

El Equipo de Protección Personal que los técnicos usa generalmente para el desarrollo de las tareas de mantenimiento es el siguiente

- Casco
- Protectores de oídos
- Gafas
- Mascarillas de cara y media cara
- Fajas lumbares
- Guantes
- Arnés de seguridad para trabajo en altura.
- Ropa de trabajo protectora. (overol)
- Zapatos puntas de acero

Figura 21

El Equipo de Protección Personal



Nota. Es el equipo de protección que se usa en los hangares de la Brigada de Aviación del Ejército.

3.4. Herramienta especial para la elaboración de costillas

Para la construcción de la herramienta especial para la elaboración de costillas del estabilizador horizontal del helicóptero MI 171, se realizó en base a la necesidad de los técnicos de la sección de estructuras para facilitar y agilizar la elaboración de costillas ya que no cuentan con una herramienta para este fin.

3.4.1. Herramientas, materiales y equipos utilizados en la construcción

Las herramientas, materiales y equipos utilizados en la construcción de la herramienta especial para la elaboración de costillas del estabilizador horizontal del helicóptero MI 171 fueron los siguientes:

- 1 Placa de hierro de 2cm
- 1 Varilla redonda de 2.5m de diámetro
- 1 Pletina de 3mm
- 1 Pernos de 1/4
- 2 pernos de 5/32
- 1 Pernos de 3/16
- 2 Tuercas mariposas de 3/16
- 2 Rodamiento KR16
- Soldadora MIC
- Arco y cierra
- Pinzas
- Regla
- Calibrador
- Juego de limas

- Taladro
- Cortadora de disco
- Juego de brocas
- Juego de fresas

Figura 22

Soldadora MIC



Nota. la soldadura es uno de los equipos que se utiliza en la Brigada de Aviación del Ejército.

3.4.2. Características de la herramienta

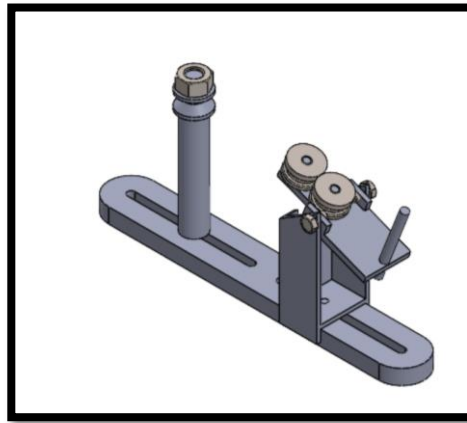
La herramienta especial para la elaboración de costillas del estabilizador horizontal del helicóptero MI 171, es una herramienta complementaria para la cortadora de círculos que se ocupa en la realización de orificios de diámetro mayores a los 3mm, esta herramienta formará un reborde curvo de hasta 30°, sus rodillos son los encargados de formar el reborde curvo con facilidad a medida que el técnico gira la herramienta alrededor del borde del orificio, su brazo permanece en una posición

constante con el orificio a través del rodillo guía a medida que forma progresivamente el reborde.

Para la elaboración de la herramienta especial se procedió a diseñar en solidworks la cual ayudará a la elección adecuada del material y facilitará su fabricación ya que dará una idea clara de lo que se va a realizar.

Figura 23

Diseño de la herramienta en solidworks



Nota. El gráfico representa el diseño de la herramienta en el programa solidworks.

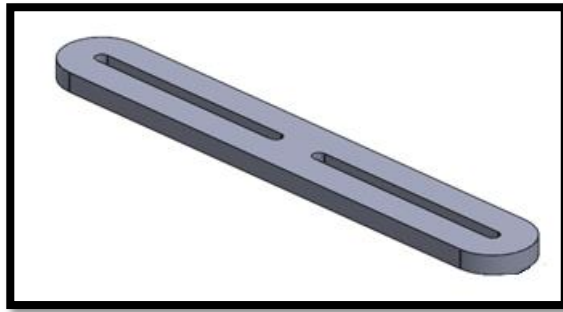
Para la construcción de la herramienta especial se procedió a la adquisición de los materiales en el mercado local tomando en consideración los materiales adecuados para esta herramienta.

Una vez adquirido el material se procederá a la construcción de la herramienta especial con los pasos que se detallan a continuación:

Se procede a realizar el soporte principal de la herramienta con la ayuda de una fresadora se mecanizará la placa de acero hasta dejarle con las medidas necesarias acorde al diseño de la herramienta ya que esta parte de la herramienta funciona como soporte para los demás elementos que componen la herramienta.

Figura 24

Soporte principal de la herramienta en solidworks



Nota. El gráfico representa el diseño de soporte principal de la herramienta en solidworks.

Figura 25

Soporte principal de la herramienta



Nota. El gráfico representa el diseño de soporte principal de la herramienta

Para elaborar el brazo guía de la herramienta se emplea un torno el cual se usó para facilitar el uso de la herramienta, esta se la realizó con la varilla redonda.

Figura 26

Brazo guía de la herramienta



Nota. El gráfico representa el brazo guía de la herramienta

En el brazo guía se realizó un roscado el cual permitirá sujetarse al soporte de la herramienta con un roscado de 3/16, adicional se sujetará con una mariposa de la misma medida.

Figura 27

Roscado del brazo guía



Nota. El gráfico representa el roscado del brazo guía de la herramienta

En el otro extremo del brazo guía se mecanizó un diámetro de 10mm ya que aquí irá una parte móvil que servirá de guía al elaborar los rebordes.

Figura 28

Brazo guía con la pieza móvil



Nota. El gráfico representa la pieza móvil del brazo guía de la herramienta conjuntamente.

La guía móvil se construyó de la varilla redonda, su diámetro externo es de 1 pulgada y el diámetro interno es de 10mm.

Figura 29

Pieza móvil del brazo guía

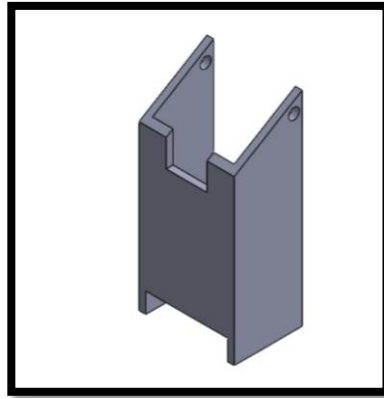


Nota. El gráfico representa la pieza móvil del brazo guía de la herramienta.

Para elaborar el brazo actuador que permitirá realizar el reborde del orificio se usó pletinas de 3mm de espesor, el cual se inició trazando las medidas en la pletinas y posteriormente al corte con un arco de cierra, después se procedió a limar hasta dejar con la medidas requeridas.

Figura 30

Brazo actuador de la herramienta



Nota. El gráfico representa el brazo actuador de la herramienta en solidworks

Una vez cortado el material con la ayuda de la soldadura MIC se procedió a unir las partes que conformarán el brazo actuador, con un cepillo de alambre se limpia la superficie para un mejor acabado.

Figura 31

Brazo actuador de la herramienta soldada

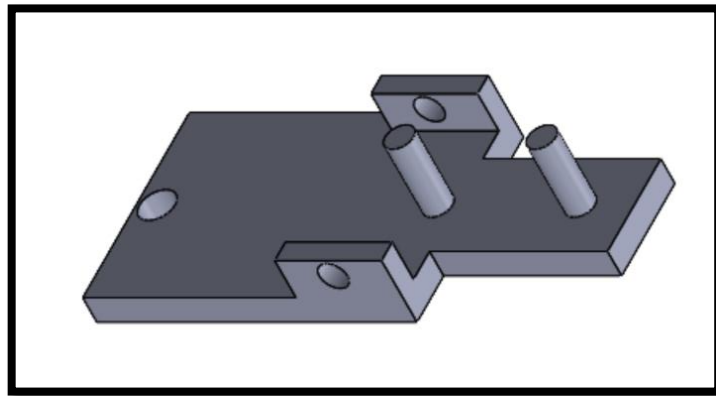


Nota. El gráfico representa el brazo actuador de la herramienta soldada.

Para elaborar la parte móvil del brazo actuador se usó una pletina de 3mm de espesor a la cual irá soldada los rodamientos KR16 que son los que realizarán el reborde del orificio.

Figura 32

Parte móvil del brazo actuador en solidworks



Nota. El gráfico representa la parte móvil del brazo actuado en solidworks

Figura 33

Parte móvil del brazo actuador



Nota. El gráfico representa la parte móvil del brazo actuador soldada.

En el extremo de la parte móvil del brazo actuador se realizó un roscado para colocar un perno de 1/4 el cual permitirá ajustar y regular el ángulo del brazo actuador.

Figura 34

Roscado de la parte móvil del brazo actuador



Nota. El gráfico representa el roscado de la parte móvil del brazo actuador

Para sujetar la parte móvil al brazo actuador se usó dos pernos de 3/32 con sus respectivas tuercas y arandelas.

Figura 35

Sujeción de la parte móvil al brazo actuador

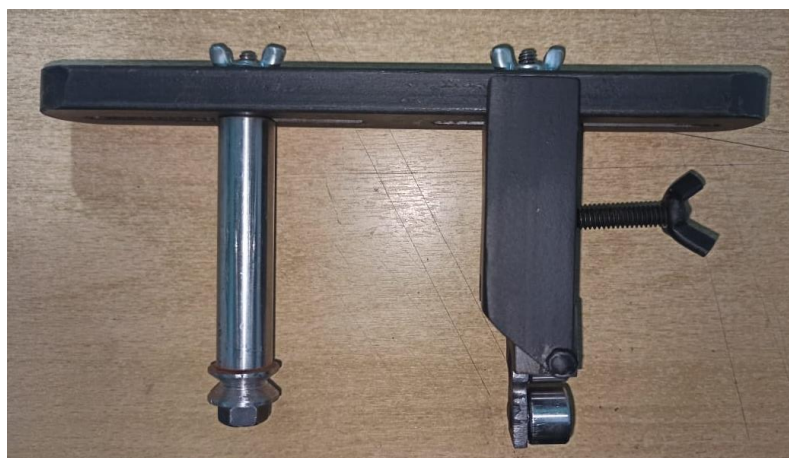


Nota. El gráfico representa la sujeción de la parte móvil al brazo actuador.

Una vez unido el brazo guía y el brazo actuador al soporte principal de la herramienta esta lista para ser utilizada en la elaboración de los reborde de los orificios.

Figura 36

Herramienta especial terminada



Nota. El gráfico representa a la herramienta especial terminada.

3.5. Preparación de la Aeronave

La preparación de la aeronave para realizar la inspección se realiza conjuntamente con los técnicos del Helicóptero MI 171, ya que la aeronave debe estar colocada en un área de 30m x 30m con los calzos puestos, el freno del rotor principal para evitar que las palas del helicóptero giren, los capuchones del tubo Pitot estén colocados, estos procedimientos son en base al capítulo 12 Servicios y Rutinas de Mantenimiento del Manual de Mantenimiento de helicóptero.

Se procedió con la inspección de 100 horas de acuerdo a la orden de trabajo expedida por el Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército el cual está cargo del mantenimiento de las aeronaves de la Brigada de Aviación del Ejército.

3.6. Desmontaje del estabilizador horizontal

El procedimiento para el desmontaje del estabilizador horizontal del helicóptero MI 171 está descrito en la carta tecnológica N° 55-10-00c.

3.6.1. Herramientas y equipos

Las herramientas que se usó para el desmontaje del estabilizador horizontal son las siguientes:

- Juego de llaves
- Juego de rachas
- Rotulador
- Pinza
- Destornillador
- Alicates
- Lámpara y extensión de luz

Figura 37

Herramientas para el desmontaje del estabilizador horizontal



Nota. El gráfico representa las herramientas usadas para el desmontaje del estabilizador horizontal.

3.6.2. Material fungible

El material fungible que se usaron para el desmontaje del estabilizador horizontal son las siguientes:

- Tela panal o franela
- Metil (MEK)
- Papel absorbente

Figura 38

Material fungible



Nota. El gráfico representa el material fungible que se usó para el desmontaje del estabilizador horizontal.

3.6.3. Documentación específica

La documentación necesaria para el desmontaje del estabilizador horizontal es el siguiente:

- Orden de trabajo
- Manual de Mantenimiento de la Aeronave
- Carta tecnológica

3.6.4. Desmontaje

En la parte externa del boom de cola colocamos una marca indicando el ángulo de instalación del estabilizador para su posterior montaje con el mismo ángulo de instalación.

Figura 39

Señalización indicando el ángulo de instalación del estabilizador



Nota. El gráfico representa una marca indicando el ángulo de instalación del estabilizador.

Retirar el frenado y los pernos de fijación del estabilizador por la parte interna del boom de cola, separe los ganchos de la antena de cable desde las orejetas del estabilizador.

Figura 40*Ganchos de la antena*

Nota. El gráfico representa ganchos de la antena unidos al estabilizador horizontal.

3.7. Elaboración de la costilla

Para la elaboración de la costilla del estabilizador horizontal del helicóptero MI 171 se partió desde un modelo elaborado en Solidworks

3.7.1. Materiales, herramientas y equipos

Las herramientas que se usaron para la elaboración de las costillas del estabilizador horizontal son las siguientes:

- Lámina de aleación de aluminio 2024-T3 de 0.032
- Cizalla manual
- Tijera de hojalatero
- Taladro
- Juego de brocas
- Juego de limas

- Clecos
- Pinza para clecos
- Martillo de goma
- Regla
- Moldes de madera
- Alodine
- Primer
- Entenalla
- Prensa tipo C
- Juego de cortacírculos

Figura 41

Cizalla manual



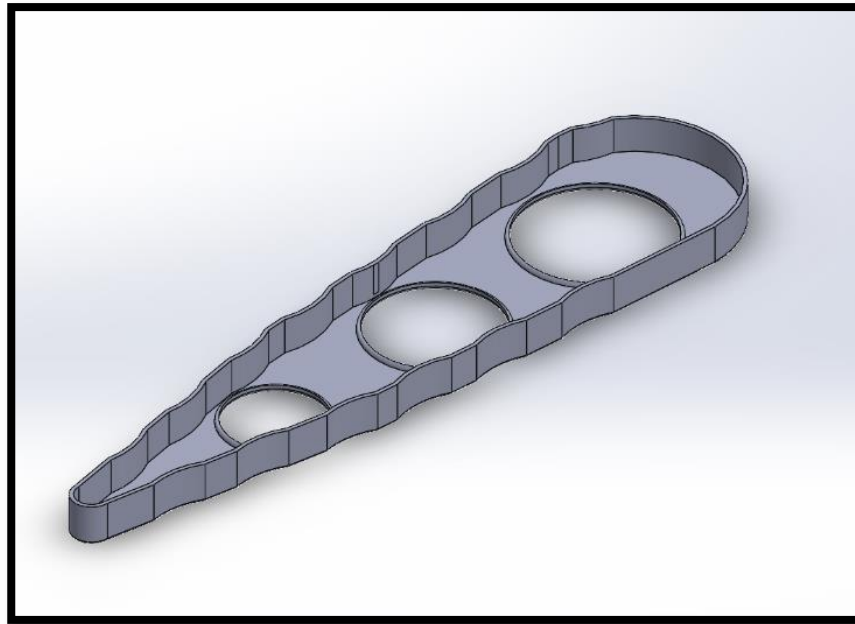
Nota. El gráfico representa a la cizalla manual que se usa para cortar láminas.

3.7.2. *Diseño de la costilla*

Usando el programa Solidworks se procedió a diseñar la costilla tomando en cuenta el modelo de la costilla de fábrica del estabilizador horizontal ya que se usó los mismos orificios de los remaches que van sujetos a la piel del estabilizador horizontal.

Figura 42

Diseño de la costilla en solidworks



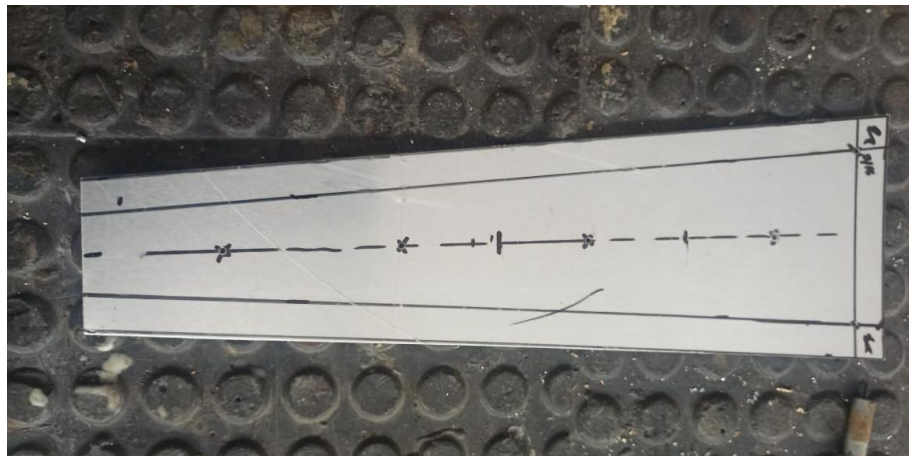
Nota. El gráfico representa diseño de la costilla del estabilizador horizontal en solidworks

3.7.3. *Construcción de la costilla*

Con el diseño obtenido en solidworks se procedió a trazar las medidas en la lámina de aleación de aluminio 2024-T3 y se procedió a cortar.

Figura 43

Colocación de las medidas en la lámina de aleación de aluminio 2024-T3



Nota. El gráfico representa las medidas en la lámina de aleación de aluminio 2024-T3.

Elaboramos los moldes de madera para darle la forma de la costilla.

Figura 44

Moldes de madera



Nota. El gráfico representa moldes elaborados en madera.

Se colocó la lámina de aluminio en medio de los dos moldes de madera y se sujetó con dos pernos.

Figura 45

Moldes de madera y la lámina de aluminio



Nota. El gráfico representa la colocación de la lámina de aleación de aluminio en medio de los dos moldes de madera.

Se coloca en una entenalla y se procede a darle la forma con un martillo de goma ya que si se usa un martillo convencional podría dañar la integridad de la lámina de aluminio.

Figura 46

Formación de la costilla



Nota. El gráfico representa como se da la forma a la costilla del estabilizador horizontal.

Con otro molde de madera se realizó unos pliegues a los costados de la lámina, esto le dará resistencia a la costilla del estabilizador horizontal y se realizaran las perforaciones por dónde irá remachada la costilla.

Figura 47

Pliegues a los costados de la lámina

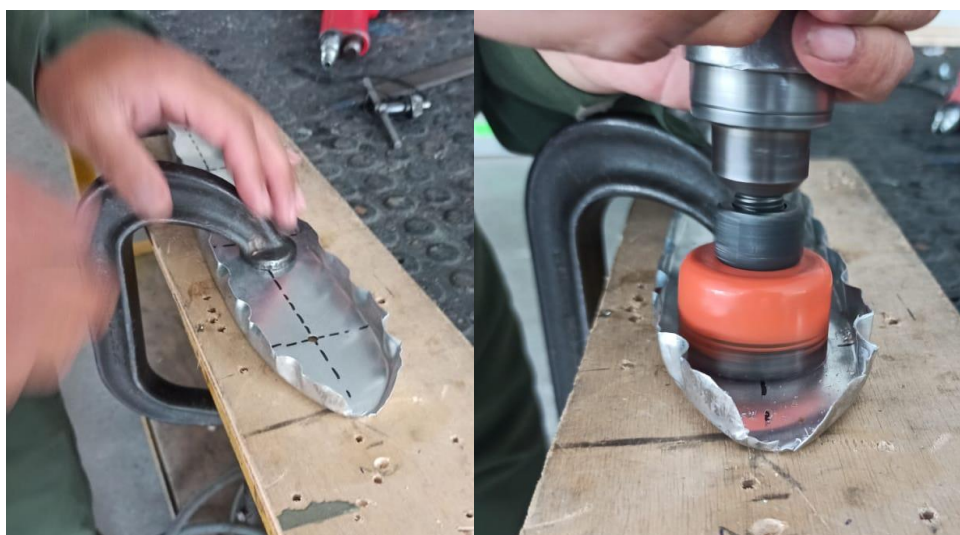


Nota. El gráfico representa la realización de unos pliegues a los costados de la lámina, esto le dará resistencia a la costilla del estabilizador horizontal.

Para realizar los orificios de la costilla, con una prensa tipo C se sujeta la costilla a la mesa de trabajo se colocó una protección de madera para proteger la mesa, con un taladro y corta-círculos se procedió a realizar los orificios en la costilla.

Figura 48

Orificios en la costilla

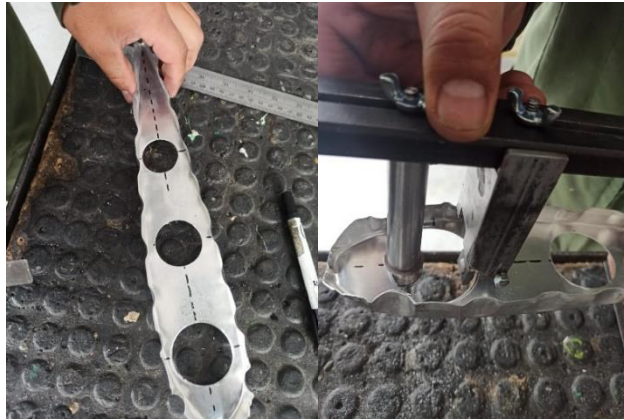


Nota. El gráfico representa como se realizan los orificios en las costillas del estabilizador horizontal.

Una vez terminado los orificios con la herramienta especial fabricada se procedió a realizar los rebordes en los orificios de las costillas iniciando con el brazo en un ángulo 0 con el perno regulador se aumenta el ángulo hasta llegar a los 30° que debe tener el reborde.

Figura 49

Rebordes en los orificios de las costillas



Nota. El gráfico representa como realizar los rebordes en los orificios de la costilla del estabilizador horizontal.

Cuando ya esté lista la costilla se procede a darle un tratamiento anticorrosivo colocando Alodine.

Figura 50

Tratamiento anticorrosivo con Alodine



Nota. El gráfico representa el Alodine a ser utilizado para el tratamiento anticorrosivo.

En una tina se colocó el Alodine y se sumerge la costilla fabricada por un tiempo de cinco minutos máximo procurando que cubra toda la costilla, se debe tomar en cuenta dejarle el tiempo prudente ya que si se le deja por mucho tiempo podría dañar la integridad de la costilla.

Figura 51

Costilla sumergida en Alodine



Nota. El gráfico representa como se debe sumergir la costilla en Alodine para realizar el tratamiento anticorrosivo.

Pasado el tiempo recomendado se procede a lavar la costilla con agua para eliminar el exceso y se usa un pulverizador para secar la costilla.

Figura 52

Lavado de la costilla del estabilizador horizontal



Nota. El gráfico representa como lavar y secar la costilla del estabilizador horizontal.

El siguiente paso es colocar Primer a la costilla para protegerle de la corrosión y dejar un buen acabado superficial.

Figura 53

Primer aplicado a la costilla



Nota. El gráfico representa como aplicar el Primer a la costilla del estabilizador

3.8. Reemplazo de la costilla

Una vez realizada una inspección visual del estabilizador y se haya detectado el daño de acuerdo al manual de Mantenimiento la costilla del estabilizador se debería reemplazar por una nueva.

3.8.1. *Materiales, herramientas y equipos*

Las herramientas que se usaron para el reemplazo de las costillas del estabilizador horizontal son las siguientes:

- Taladro
- Juego de brocas
- Juego de botadores
- Juego de limas
- Clecos
- Pinza para clecos
- Remaches universales 1/8
- Remaches especiales 1/8
- Remachadora neumática
- Remachadora manual
- Barra contra remachadora
- Martillo
- Espátula
- Juego de buterolas

Figura 54

Taladro neumático



Nota. El gráfico representa una de las herramientas a ser usada durante el reemplazo de la costilla del estabilizador horizontal.

3.8.2. Reemplazo de la costilla

Para poder reemplazar la costilla se debe quitar los remaches que sujetan la piel a la costilla usando un botador y un taladro.

Figura 55

Botador y taladro



Nota. El gráfico representa un taladro y botadores a ser utilizados al momento de sacar los remaches.

Para retirar los remaches especiales primero se debe sacar un pasador interno que tiene por la parte media usando un botador y un martillo, después con un taladro y una broca procedemos a desbastar la cabeza del remache y con un botador se retira el remache.

Figura 56

Uso del botador



Nota. El gráfico representa como usar un botador para sacar un remache.

Para retirar los remaches universales se buscará el centro de la cabeza del remache y se perforará la cabeza con un botador se procede a retirar el remache.

Figura 57

Sacado de remaches universales



Nota. El gráfico representa como sacar los remaches universales.

Una vez se hayan retirado los remaches se retirará una banda de protección que está ubicada en el borde de salida del estabilizador horizontal con una espátula y un martillo procurando golpear con cuidado.

Figura 58

Banda de protección



Nota. El gráfico representa como sacar la banda de protección del estabilizador horizontal

Cuando se haya retirado la banda de protección y todos los remaches se debe levantar la piel y retirar la costilla defectuosa y colocar el reemplazo.

Figura 59

Parte interna del estabilizador horizontal



Nota. El gráfico representa como está confirmando el estabilizador horizontal.

El reemplazo de la costilla debe tener las mismas perforaciones que la costilla reemplazada ya que se usará las mismas perforaciones de la piel del estabilizador horizontal para ser remachada.

Figura 60

Perforaciones de la costilla



Nota. El gráfico representa los orificios de la costilla del estabilizador horizontal.

Para sujetar la piel a las costillas se usó clecos de 1/8 estos permiten mantener unido mientras se procederá a remachar.

Figura 61

Uso de clecos



Nota. El gráfico representa como se colocan los clecos en el estabilizador horizontal.

Con la remachadora manual se procedió a remachar los remaches especiales de 1/8 ya que estos se usan en zonas de difícil acceso.

Figura 62

Colocación de remaches especiales



Nota. El gráfico representa como se remachan los remaches especiales.

Para los remaches universales se usa una remachadora neumática y una barra contra remachadora.

Figura 63

Uso de la remachadora neumática



Nota. El gráfico representa el uso de la remachadora neumática

El procedimiento para remachar se debe colocar por el lado de la cabeza del remache una buterola que sea de acuerdo a la medida del remache en este caso de 1/8 y para formar la cabeza de taller se usará una barra contra remachadora por el lado del vástago.

Figura 64

Colocación de remaches universales



Nota. El gráfico representa como se remachan los remaches universales.

Una vez terminado de remachar todo el estabilizador se procedió a darle una capa de Primer para evitar la formación de corrosión en el estabilizador horizontal.

Figura 65

Colocación del Primer en el estabilizador horizontal



Nota. El gráfico representa como se coloca Primer en el estabilizador horizontal.

3.9. Montaje del estabilizador horizontal

El procedimiento para el desmontaje del estabilizador horizontal del helicóptero MI 171 está descrito en la carta tecnológica N° 55-10-00d.

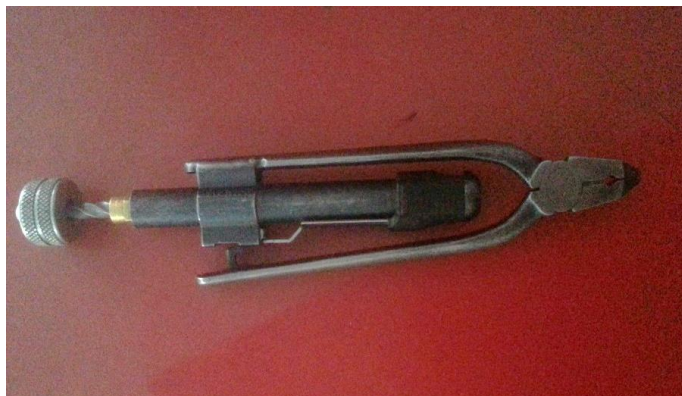
3.9.1. Herramientas y equipos

Las herramientas que se usaron para el montaje del estabilizador horizontal son las siguientes:

- Juego de llaves
- Rotulador
- Pinza
- Destornillador
- Lámpara y extensión de luz
- Entorchador

Figura 66

Entorchador



Nota. El gráfico representa una de las herramientas que se usó en el montaje del estabilizador horizontal.

3.9.2. *Material fungible*

El material fungible que se usaron para el montaje del estabilizador horizontal son las siguientes:

- Tela panal o franela
- Metil (MEK)
- Papel absorbente
- Grasa
- Alambre de freno

Figura 67

Alambre de freno



Nota. El gráfico representa el material fungible que se va a utilizar en el montaje del estabilizador horizontal.

3.9.3. Documentación específica

La documentación necesaria para el desmontaje del estabilizador horizontal es el siguiente:

- Manual de Mantenimiento de la Aeronave
- Carta tecnológica

3.9.4. Montaje

Primero se debe engrasar los ejes del estabilizador para evitar la fricción de los elementos en el estabilizador horizontal después se introducirá el eje del estabilizador horizontal por el orificio en el boom de cola del helicóptero.

Figura 68

Inserción del eje del Estabilizador



Nota. El gráfico representa como se introduce el eje del estabilizador horizontal.

Se alinea el estabilizador con la marca que indica el ángulo de instalación del estabilizador.

Figura 69

Alineación del estabilizador horizontal



Nota. El gráfico representa como se alinea el estabilizador horizontal.

Por dentro del boom de cola se procedió a poner las arandelas y se enrosca las tuercas, posteriormente se realizará un frenado para evitar que las vibraciones aflojen las tuercas.

Figura 70

Colocación de las tuercas del eje del estabilizador horizontal



Nota. El gráfico representa la colocación de las tuercas del eje del estabilizador horizontal.

Coloque los ganchos de la antena de cable hasta las orejetas del estabilizador.

Figura 71

Colocación del gancho de la antena



Nota. El gráfico representa como se colocó el gancho de la antena en el estabilizador horizontal.

CAPÍTULO IV

4. Conclusiones y recomendaciones

4.1. Conclusiones

- Se recopiló información acerca del mantenimiento estructural de las costillas del estabilizador horizontal del Helicóptero MI 171, tomando en cuenta el Manual de Mantenimiento y las cartas tecnológicas de la aeronave emitidas por el fabricante.
- Se implementó una herramienta especial para la formación de costillas según los manuales de mantenimiento, esta herramienta facilitó y redujo el tiempo que los técnicos emplean en esta inspección.
- Se realizó la inspección de 100 horas según la carta de trabajo N° 55-10-00, conjuntamente con los técnicos de la sección de Estructuras Aeronáuticas.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda el uso de los Manuales de Mantenimiento del helicóptero al momento de realizar las inspecciones ya que en ellos se encuentra toda la información con respecto al mantenimiento.
- Usar adecuadamente las herramientas, usándolas para el propósito que fueron construidas ya que de lo contrario podrían causar accidentes o un rápido deterioro de las herramientas.
- Se debe usar el Equipo de Protección Personal adecuadamente y en todo momento ya que esto ayudará a disminuir el riesgo de accidentes e incidentes al momento de realizar una inspección en la aeronave.

Bibliografía

Airbus. (2014). *Flight Crew Operating Manual (FCOM)*.

Benavides F. (2015). *Manual de instruccion MI 171*.

Diram. (2016). *Parte 06 Mantenimiento Aeronáutico*. Recuperado el 12 de Febrero del 2021

<https://www.fuerzas-armadas.mil.ar/Dependencias/DIGAMC-Documentacion/Normas-Vigentes/DIRAM/PDF%20DIRAM%206%20Rev.%207%20controlada.pdf>

Fernando Guerrero. (2017). *043 RDAC MANTENIMIENTO*. DGAC. Recuperado el 12 de Febrero del 2021

<https://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/5-RDAC-043-Nueva-Edicio%CC%81n-Rev.-6-11-oct-2017.pdf>

Flightliteracy. (2018, febrero 27). *Aircraft Maintenance*. Flight Literacy. Recuperado el 12 de Febrero del 2021

<https://www.flightliteracy.com/aircraft-maintenance/>

MIKJAIL MILL. (2000). *Manual de mantenimiento helicoptero MI*.

MIL moscow. (2011, octubre 16). *MIL moscow helicopter plant, JSC*. Mi-8 Helicopter. Development History. Recuperado el 20 de Enero del 2021

<https://web.archive.org/web/20111016060102/http://www.mi-helicopter.ru/eng/index.php?id=275>

ANEXOS