



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

**CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA
MENCION AVIONES**

**MONOGRAFÍA: PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
TECNÓLOGO EN: MECÁNICA AERONÁUTICA MENCION AVIONES**

**TEMA: “INSPECCIÓN DE LAS RUEDAS DEL TREN DE
ATERRIJAJE E IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA
ESPECIAL PARA DESMONTAR LOS NEUMÁTICOS DE LAS RUEDAS
DE ACUERDO A LAS TAREAS 206 DEL MANUAL DE
MANTENIMIENTO DEL HELICÓPTERO RUSO MI 171”**

AUTOR: CALDERÓN PATIÑO, FABIÁN IGNACIO

DIRECTOR: TLGO: ARCOS CASTILLO, PAÚL ROGELIO

LATACUNGA

2020



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, “**INSPECCIÓN DE LAS RUEDAS DEL TREN DE ATERRIZAJE E IMPLEMENTACION DE UNA HERRAMIENTA ESPECIAL PARA DESMONTAR LOS NEUMÁTICOS DE LAS RUEDAS DE ACUERDO A LAS TAREAS 206 DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL HELICÓPTERO RUSO MI 171**” fue realizado por el señor **CALDERON PATIÑO, FABIAN IGNACIO** el mismo que ha sido revisado en su totalidad, analizado por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos, y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, Enero del 2020



TLGO. ARCOS CASTILLO, PAÚL ROGELIO
C.C.: 0401515192



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, **CALDERÓN PATIÑO, FABIÁN IGNACIO**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía; **“INSPECCIÓN DE LAS RUEDAS DEL TREN DE ATERRIZAJE E IMPLEMENTACIÓN DE UNA HERRAMIENTA ESPECIAL PARA DESMONTAR LOS NEUMATICOS DE LAS RUEDAS DE ACUERDO A LAS TAREAS 206 DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL HELICOPTERO RUSO MI-171”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, Enero del 2020

CALDERON PATIÑO, FABIÁN IGNACIO

C.C.: 1719857151



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS ESPACIALES

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

AUTORIZACIÓN

Yo, **CALDERÓN PATIÑO, FABIÁN IGNACIO** autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“INSPECCIÓN DE LAS RUEDAS DEL TREN DE ATERRIZAJE E IMPLEMENTACION DE UNA HERRAMIENTA ESPECIAL PARA DESMONTAR LOS NEUMÁTICOS DE LAS RUEDAS DE ACUERDO A LAS TAREAS 206 DEL MANUAL DE MANTENIMIENTO DEL HELICÓPTERO RUSO MI-171”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, Enero 2020



CALDERON PATIÑO, FABIAN IGNACIO

C.C.: 1719857151

DEDICATORIA

A mi Patria, al Ejército Ecuatoriano, por darme la oportunidad de prepararme.

A mi Madre por alentarme a seguir estudiando y mi Familia por acompañarme este tiempo de estudio.

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Ejército Ecuatoriano por darme un sustento económico durante los estudios cursados, a la ESPE por darme todas las facilidades académicas en el transcurso de la tecnología que seguí.

A mi arma la Aviación del Ejército por realizar la gestión necesaria para remitir al personal con el fin de que sigan una segunda carrera de nivel tecnológico y a los señores militares que me dieron el permiso necesario para empezar en el selectivo.

Al señor Tutor de tesis, al señor Director de Carrera y al señor Carlos Cornejo por guiarme en este trabajo.

CALDERÓN PATIÑO FABIÁN IGNACIO

INDICE DE CONTENIDOS

CARATULA

| | |
|--|------------|
| CERTIFICACION..... | ii |
| AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD..... | ii |
| AUTORIZACIÓN..... | iii |
| DEDICATORIA..... | iv |
| INDICE DE CONTENIDOS..... | vi |
| CARATULA..... | vi |
| INDICE DE FIGURAS..... | ix |
| RESUMEN..... | xi |
| ABSTRACT..... | xii |

CAPÍTULO I..... 1

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION 1

1.1 ANTECEDENTES 1

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 2

1.3 JUSTIFICACIÓN 3

1.4. OBJETIVO GENERAL..... 4

1.4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 4

1.5 ALCANCE 5

CAPITULO II..... 6

PROYECTO DE INVESTIGACION 6

2.1 Investigación sobre el tren de aterrizaje 6

2.1.1 Que es una Inspección del tren de aterrizaje..... 6

2.1.2 Inspecciones en aeronaves 8

2.2 Fundamentación teórica del Helicóptero MI-171 9

2.2.1 Fundamentación teórica de la inspección del tren 11

2.2.2 Tren de aterrizaje del helicóptero MI-171 11

a. Dimensiones principales del tren de aterrizaje 12

| | | |
|----------------------------------|--|-----------|
| 2.3 | Descripción y operación del tren de aterrizaje principal. | 13 |
| 2.4 | Descripción y operación de las ruedas y frenos del tren. | 14 |
| 2.5 | Operación de las ruedas del tren de aterrizaje | 15 |
| 2.6 | Desmontaje, inspección e instalación de las ruedas del tren de nariz. | 17 |
| 2.7 | Desmontaje, e instalación de las ruedas del tren. | 19 |
| 2.8 | Desmontaje y montaje del neumático de la llanta..... | 22 |
| CAPITULO III..... | | 28 |
| DESARROLLO DEL TEMA | | 28 |
| 3.1 | Realización del trabajo práctico..... | 28 |
| 3.2 | Recopilación de información del desmontador. | 28 |
| 3.3 | Mecanismo principal..... | 28 |
| a. | <i>Análisis estático de tensión</i> | 30 |
| b. | Análisis estático de tensión (Perfil Izquierdo) | 31 |
| c. | Análisis estático de tensión en punto de apoyo. | 32 |
| d. | Factor de seguridad | 32 |
| 3.4 | Definición de Acero | 33 |
| a. | Composición del acero | 34 |
| 3.5 | Sueldas. | 36 |
| a. | La soldadura eléctrica por arco | 36 |
| 3.5.1 | Uniones no permanentes | 41 |
| 3.5.2 | Diseño de piezas | 41 |
| a. | Base..... | 41 |
| c. | Punto de apoyo. | 42 |
| d. | Tubo de unión del destalonador | 43 |
| e. | Soporte de unión del destalonador..... | 43 |
| f. | Destalonador | 44 |
| g. | Desmontador de neumáticos ensamblado..... | 44 |
| 3.5.3 | Descripción de las partes principales | 45 |
| a. | Base para destalonar | 45 |
| b. | El mástil..... | 45 |

| | | |
|--|--|-----------|
| c. | Punto de apoyo o fulcro..... | 46 |
| d. | El brazo de palanca..... | 47 |
| e. | Soporte de unión del destalonador..... | 48 |
| f. | Destalonador..... | 49 |
| g. | Base para desmontar..... | 49 |
| 3.5.4 | Calculo de fuerzas de la palanca..... | 50 |
| 3.6 | Neumáticos..... | 51 |
| 3.7 | Cortes de piezas..... | 54 |
| 3.7.1 | Ensamblaje de las piezas..... | 55 |
| 3.7.2 | Análisis Estático..... | 56 |
| 3.8 | Acabados finales..... | 56 |
| 3.8.1 | Pintura de la herramienta..... | 58 |
| 3.9 | Pruebas de presión en la rueda..... | 60 |
| 3.9.1 | Ventajas de utilizar el desmontador..... | 62 |
| 3.9.2 | Normas de seguridad..... | 63 |
| CAPITULO IV..... | | 64 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | | 64 |
| 4.1 | Conclusiones..... | 64 |
| 4.2 | Recomendaciones..... | 65 |
| BIBLIOGRAFÍA..... | | 66 |
| ANEXOS..... | | 68 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Helicóptero MI 171 | 11 |
| Figura 2. Descripción del tren | 12 |
| Figura 3. Partes de la rueda | 15 |
| Figura 4. Conexión con el tren..... | 16 |
| Figura 5. Tambor | 16 |
| Figura 6. Válvula de inflado | 23 |
| Figura 7. Frenado de seguros | 23 |
| Figura 8. Medias bridas desmontables | 24 |
| Figura 9. Desmontaje de Neumático | 25 |
| Figura 10. Frenado de seguridad..... | 26 |
| Figura 11. Destalonador | 27 |
| Figura 12. Pasos a ejecutar | 28 |
| Figura 13. Destalonador | 29 |
| Figura 14. Análisis de tensión 1 | 31 |
| Figura 15. Análisis de Tensión 2..... | 31 |
| Figura 16. Análisis de tensión 3..... | 32 |
| Figura 17. Factor de seguridad..... | 32 |
| Figura 18. Selección de acero | 35 |
| Figura 19. Operador soldando..... | 37 |
| Figura 20. Soldadura de Mástil..... | 39 |
| Figura 21. Líquidos penetrantes..... | 40 |
| Figura 22. Base | 41 |
| Figura 23. Mástil | 42 |
| Figura 24. Punto de apoyo | 42 |
| Figura 25. Tubo de unión | 43 |
| Figura 26. Soporte de unión | 43 |
| Figura 27. Destalonador | 44 |
| Figura 28. Desmontador terminado | 44 |
| Figura 29. Base gris | 45 |

| | |
|--|----|
| Figura 30. Fab. Mástil..... | 46 |
| Figura 31. Fulcro | 47 |
| Figura 32. Potencia | 47 |
| Figura 33. Soporte del destalonador..... | 48 |
| Figura 34. Destalonador soldado..... | 49 |
| Figura 35. Base para desmontar | 50 |
| Figura 36. Calculo de Fuerzas..... | 51 |
| Figura 37. Vista superior neumático | 52 |
| Figura 38. Vista inferior Neumático..... | 52 |
| Figura 39. Bridas desmontables | 53 |
| Figura 40. Placas de seguridad | 53 |
| Figura 41. Corte de tubos | 54 |
| Figura 42. Corte en plasma | 54 |
| Figura 43. Uniones permanentes..... | 55 |
| Figura 44. Uniones permanentes..... | 55 |
| Figura 45. Herramienta ensamblada | 56 |
| Figura 46. Correcciones | 57 |
| Figura 47. Fondo anticorrosivo | 58 |
| Figura 48. Herramienta terminada | 59 |
| Figura 49. Acabados de seguridad | 59 |
| Figura 50. Manómetro de prensa hidráulica | 60 |
| Figura 51. Extracción del aire | 61 |
| Figura 52. Prueba de presión | 61 |
| Figura 53. Neumático separado del rin..... | 62 |

RESUMEN

El presente trabajo tiene la finalidad de mantener la aeronavegabilidad de los helicópteros MI-171 mediante la inspección de las ruedas del tren de aterrizaje, y con la implementación de una herramienta especial para desmontar los neumáticos de las ruedas. Esta tarea de mantenimiento se realiza en conjunto con las tareas 206 del Manual de Mantenimiento de la aeronave. Para la realización de la herramienta se utilizó acero de la norma ASTM A 36 por su resistencia y alta soldabilidad, las uniones permanentes fueron ejecutadas con soldadura manual por arco eléctrico con electrodo revestido, y las conexiones no permanentes con pernos de alta resistencia. Para el diseño de las piezas, el análisis estático de tensión y el factor de seguridad se utilizó el programa Solidworks, los acabados finales y correcciones fueron ejecutados bajo la norma Ecuatoriana INEN 3864 -1. La herramienta sirve para despegar el neumático del aro, retirar las bridas y las placas de unión y desmontar el tubo de la rueda. Todos los trabajos mencionados están documentados en la tarea 206 del capítulo 32 del manual de mantenimiento del Helicóptero. La implementación de esta herramienta en la Brigada de Aviación del Ejército podrá garantizar el correcto montaje y desmontaje de los neumáticos de las ruedas y mantendrá un constante apoyo a la conservación de los helicópteros en forma operativa.

PALABRAS CLAVE:

- HELICOPTERO MI 171**
- HELICOPTEROS - MANTENIMIENTO**
- HELICÓPTEROS - RUEDAS**

ABSTRACT

The present research aimed at maintaining the airworthiness of MI-171 helicopters by inspecting the wheels of the landing gear, and by implementation of a special tool to remove the tires from the wheels. This maintenance task is carried out in conjunction with tasks 206 of the Aircraft Maintenance Manual. To make the tool, steel of the ASTM A 36 standard was used for its resistance and high weldability, the permanent joints were executed with manual electric arc welding with a coated electrode, and the non-permanent connections with high resistance bolts. For the design of the parts, the static stress analysis and the safety factor, the Solidworks program was used, the final finishes and corrections were executed under the Ecuadorian standard INEN 3864 – 1. The tool is used to detach the tire from the ring, remove the flanges and connector plates and disassemble the wheel tube. All the work mentioned is documented in task 206 in chapter 32 of the helicopter maintenance manual. The implementation of this tool in the Army Aviation Brigade will be able to guarantee the correct assembly and disassembly of the tires from the wheels and will maintain a constant support for the helicopters in an operational way.

KEYWORDS:

- HELICOPTER MI-171
- HELICOPTER - MAINTENANCE
- HELICOPTER - WHEEL

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1 ANTECEDENTES

El Ejército Ecuatoriano conjuntamente con la 15-BAE "PAQUISHA", posee en su flota de helicópteros de transporte del Centro de Mantenimiento de la Aviación del Ejército "CEMAE", el helicóptero MI-171 de la fábrica de helicópteros Mil de Moscú, tiene un tren de aterrizaje principal y uno delantero que se mantiene fijo en vuelo y está destinado a absorber la fuerza de choque en el aterrizaje.

En la Sección de mantenimiento del Helicóptero MI-171, se ejecuta el desmontaje de los neumáticos de las ruedas del tren principal ubicados en el fuselaje central, en las costillas 10-11-13, y del tren de nariz, ubicadas en la costilla 5 y 2, de acuerdo a la tarea de trabajo N° 206, del programa de mantenimiento, ítem 032.40.00f.

El tren de aterrizaje del Helicóptero MI-171 sirve para amortiguar el aterrizaje del helicóptero, para el carreteo en la pista, para proteger del aumento de la amplitud de movimiento de la estructura en tierra, además permite decolar y aterrizar como avión.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Brigada de Aviación del Ejército N.º 15 “PAQUISHA” nació en 1954 al mando del señor Capitán de Infantería Colon Grijalva Herdoíza, este señor oficial inicia la gestión necesaria para materializar el apoyo aéreo que necesitaban los compañeros que, para cumplir su deber en destacamentos en la frontera, debían atravesar largas jornadas en caminos y picas en el territorio nacional.

Cuando el personal de mantenimiento desarrolla las prácticas estándar como por ejemplo el servicio del neumático, se ha visto afectado por la falta de herramientas especiales para realizar dicho trabajo, lo cual conlleva al retraso de las operaciones, además de ser una manera insegura de realizar el desmontaje de los neumáticos.

Como consecuencia de estos problemas con las ruedas del tren de aterrizaje se ha visto incrementada la inseguridad del personal, del equipo y de las aeronaves, en las inmediaciones donde están operando los helicópteros, por otro lado la falta de esta herramienta causa una menor eficiencia operacional causada por trabajos que no llegan a ser totalmente seguros y que ponen en peligro a los técnicos que realizan dicha tarea.

Existe un alto riesgo cuando manipulamos ruedas con nitrógeno en los hangares de mantenimiento, añadido al posible mal funcionamiento de todos los componentes que trabajan conjuntamente, formaría una serie de sucesos repentinos no deseados que se derivan en daños al personal, propiedad y medio ambiente.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de Titulación previo a la obtención del título de tecnólogo en mecánica aeronáutica, colaborará al personal de técnicos de la sección MI 171 del Centro de Mantenimiento de la 15-BAE "PAQUISHA", para realizar de manera segura y eficiente el desmontaje de los neumáticos con una herramienta probada e implementada para dicho trabajo reduciendo el riesgo de accidentes y labores innecesarias de mantenimiento, en los cuales se trabajará con el uso de la herramienta probada, compacta de fácil transporte e implementada para dicho trabajo, optimizando recursos y espacio en las áreas de trabajo, de igual manera se beneficiará el Ejército Ecuatoriano y el país, con aeronaves disponibles y listas para su empleo de acuerdo a las necesidades operacionales que la institución lo requiera.

El beneficio de implementar esta herramienta especial, recae especialmente en el aumento de la seguridad al realizar el desmontaje de los neumáticos, como una forma de apoyar a las inspecciones programadas del conjunto de tren de aterrizaje. Esto se verá reflejado en el cumplimiento de la tarjeta de trabajo N.- 206 del manual de mantenimiento del helicóptero MI-171, evitando que la aeronave quede fuera de servicio por tiempos prolongados, lo cual afecta a las diferentes misiones de vuelo que la aeronave debe cumplir dentro del territorio nacional.

El beneficiario principal de la implementación del desmontador de neumáticos es la Brigada de Aviación del Ejército ya que con esta herramienta se obtendrá una mayor operatividad en las secciones y hangares de mantenimiento, además se optimizara recursos humanos y materiales de la 15 B.A.E.

1.4. OBJETIVO GENERAL

Inspeccionar las ruedas del tren de aterrizaje, mediante la tarea de trabajo N° 206 para mantener la operatividad de las aeronaves pertenecientes al Centro de Mantenimiento de Aviación del Ejército N. ° 15 "PAQUISHA".

1.4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Recopilar información técnica necesaria, con el fin de realizar la inspección de las ruedas del tren de aterrizaje.
- Analizar cómo se mantiene la operatividad y la eficiencia de los trabajos realizados en los neumáticos de las aeronaves del centro de mantenimiento de la 15 B.A.E.
- Realizar la tarea de mantenimiento de acuerdo a la tarjeta de trabajo N° 206, ITEM 032.40.00f del manual de mantenimiento del helicóptero mediante el empleo del desmontador de neumáticos.

1.5 ALCANCE

Mediante la elaboración del presente proyecto se busca implementar una herramienta especial, con la cual podamos cumplir con el desmontaje de los neumáticos de las ruedas del tren de aterrizaje del helicóptero MI-171, la misma que va a ser certificada y probada por personal de inspectores de la 15 B.A.E para su empleo, y de esta manera reducir en gran medida el tiempo empleado para dicha tarea, e incrementar las medidas de seguridad y optimizar el recurso humano y material, además de mantener al máximo la operatividad de las aeronaves y no generar pérdidas económicas por mantenerlas fuera del servicio.

CAPITULO II

PROYECTO DE INVESTIGACION

2.1 Investigación sobre el tren de aterrizaje

2.1.1 Que es una Inspección del tren de aterrizaje

En su investigación sobre trenes (Ann Riley, 2008) declara lo siguiente:

Que más que ninguna otra área en la aeronave, el conjunto del tren de aterrizaje es el que recibe más castigo debido al barro, agua, sales, grava, y otros escombros voladores.

La razón de esto es que existen muchas formas complicadas montadas en el conjunto del tren de aterrizaje que incluyen montantes y uniones, que están cubiertos por una capa de pintura en el área, en estas condiciones una inspección es difícil de realizar y mantener. Un conservante parcialmente aplicado tiende a tapar la corrosión más que prevenirla. Debido al calor generado por la acción del freno los conservantes no deben ser usados sobre algunas ruedas de los conjuntos de tren de aterrizaje. Durante la inspección de esta área se debe poner particular atención a los siguientes puntos conflictivos. (Ann Riley, 2008)

1. Ruedas de Magnesio, especialmente los que tienen en su alrededor cabezas de pernos, sujetadores, particularmente por la presencia de agua

acumulada o sus efectos.

2. La exposición de tubos rígidos, especialmente a tuercas en acero (tipo B) y casquillos, debajo de abrazaderas y cintas de identificación de tuberías.
3. Interruptores Indicadores de posición expuestos y otros equipos eléctricos.
4. Grietas entre refuerzos, costillas, y por debajo de la superficie, que son lugares típicos donde se atrapan los escombros. (p. 266)

Como siguiente punto se va a tratar sobre la ergonomía aplicada para la implementación de la herramienta especial, con este trabajo se buscará fabricar la herramienta con altos niveles de seguridad en los trabajos y maximizando la utilidad de la misma.

Según (ACOSTA, 2002) (p. 67).

“Reducir o eliminar riesgos profesionales (accidentes y enfermedades laborales) y reducir la fatiga y la carga de trabajo (física y psíquica).

Mejorar la productividad, aumentar la rentabilidad financiera y reducirlos costos laborales por ausentismo, rotación, conflictos, desinterés o desmotivación”.

Dicho esto, haciendo un análisis en esta investigación se puede observar que el principal motivo para la realización de este trabajo es el aumento de la seguridad en las operaciones de mantenimiento relacionadas a neumáticos desde su inspección hasta su montaje y desmontaje, otro importante punto es la reducción de la fatiga y la carga de trabajo excesiva esto se palpa cuando realizamos el montaje con herramientas improvisadas que aumentan un exceso de esfuerzo anormal y peligroso

en la consecución de dicha actividad.

2.1.2 Inspecciones en aeronaves

Las inspecciones en las aeronaves son actividades de mantenimiento que pueden ser planificadas o no planificadas realizadas por personal técnico de aviación que se ejecutan para preservar y mantener un máximo rendimiento y operatividad de los mandos de vuelo, conjuntos mecánicos, las piezas de dichos conjuntos, equipos, sistema eléctrico, la estructura de la aeronave y la planta de poder y hélices estos trabajos son ejecutados con el fin de mantener la aeronavegabilidad de la aeronave con un máximo de seguridad.

La limpieza es la forma más simple de inspección y mantenimiento en la cual aparte de asear la aeronave se revisa que no existan fugas de ninguna clase de lubricantes, o líquidos de los sistemas en los alrededores de la aeronave, también se revisa si hay alguna discontinuidad en la estructura si existe grietas, corrosión, o si ha habido algún golpe antes o después del vuelo de ahí de la importancia también de sistemas de vigilancia con cámaras en los hangares para tener una grabación de cómo llega la aeronave luego del estacionamiento.

Se debe tener un registro de los tareas asignadas realizadas y luego de la salida de la aeronave con el fin de tener registradas las personas que han interactuado en los alrededores de las aeronaves ya que en algunos hangares de mantenimiento aeronáutico se ha evidenciado que personas que hacen guardia o que tienen acceso a las proximidades de los helicópteros sin motivo alguno o por curiosidad manipulan en

los lugares donde el personal de mantenimiento realizó la inspección llegando a causar varios problemas e incidentes que pueden llevar a accidentes más serios en el trabajo.

El primer paso para realizar una inspección en una tarea de mantenimiento es revisar los libros de la aeronave (logbook) esto se realiza con el fin de analizar todos los reportes anteriores que ha tenido la aeronave y comprobar números de serie, números de parte, además deben existir un registro de la lista de chequeo para verificar que ítems no fueron realizados en la misma, se registra también quien hizo la inspección, que horas de vuelo registraba la célula y el motor, que tipo de inspección se realizó, también se elaboran los cambios de los componentes que se desmontaron con cuanto tiempo de servicio de la célula o del motor, numero de parte, número de serie y novedades existentes en el proceso.

Definición de Inspección: de acuerdo (Ann Riley, 2008) las inspecciones son “Examinaciones visuales y pruebas manuales para determinar la condición de una aeronave o componente” (p.306).

Según (RDAC, 2019), “una inspección es el acto de examinar una aeronave o componente de aeronave para establecer la conformidad con un dato de mantenimiento.” (p.7).

2.2 Fundamentación teórica del Helicóptero MI-171

El helicóptero Mi -171 es una aeronave propulsada por dos motores tipo turbocompresor TV3 117 BM, una APU (Auxiliar Power Unit) que nos proporciona aire comprimido para el arranque de los motores y nos sirve también como fuente de

Corriente Continua en caso de emergencia.

Para un mejor entendimiento se va a citar la definición y características del Helicóptero proporcionada por las regulaciones para operaciones de la Brigada de Aviación del Ejército (Ejercito, 2011) en donde se define lo siguiente:

Definición de Helicóptero: Aeronave que se mantiene en vuelo principalmente en virtud de la reacción del aire sobre uno o más rotores propulsados por motor, que giran alrededor de ejes verticales o casi verticales.

Descripción: El helicóptero MI-171 está clasificado como helicóptero mediano ya que en esta división constan los helicópteros con un peso superior a 15500 libras, peso máximo de despegue. (p.26.)(p.60)

Los propósitos de los helicópteros MI-171 que posee el Ejército Ecuatoriano son: Combate; con el transporte de soldados armados y equipados para diferentes misiones de riesgo en todo el país.

Apoyo de Combate; Mediante el transporte de municiones, equipo y víveres, para personal que se encuentra en situación de riesgo de combate.

Apoyo de servicio de combate; Con el abastecimiento todo tipo de medios logísticos a las áreas donde se distribuye las zonas de apoyo.

Transporte de personas importantes del gobierno, apoyo a la labor de la Policía Nacional, como observadores de lugares de difícil acceso y alta peligrosidad, apoyo a las misiones de combate de incendios, en conjunto con el cuerpo de bomberos gracias a la ayuda del dispositivo Bambi Bucket.



Figura 1. Helicóptero MI 171

2.2.1 Fundamentación teórica de la inspección del tren

2.2.2 Tren de aterrizaje del helicóptero MI-171

El tren de aterrizaje del helicóptero está destinado para absorber el choque durante el aterrizaje, en el movimiento del helicóptero en la superficie en el despegue y el taxeo.

El tren de aterrizaje comprende del tren de aterrizaje de nariz (nose landing gear), tren de aterrizaje principal (main landing gear), y el parachoques de impacto trasero (tail bumper) equipado con un puntal que asimila los choques con la cola del helicóptero y cuenta con un sistema óleo neumático. El tren de aterrizaje del helicóptero no es retractable. En los montantes se utiliza el aceite AMT-10 como líquido, y nitrógeno como gas.

Los montantes de tren de aterrizaje principal tienen una llanta con neumático y

freno de zapata cada uno. El tren de aterrizaje de nariz tiene dos ruedas sin frenos. El montante posterior está instalado al final de la cola del helicóptero y está destinado para la protección del rotor trasero contra impactos de la cola del helicóptero.

a. Dimensiones principales del tren de aterrizaje

- Anchura del eje, 4510 mm
- Anchura desde la base de las ruedas, 4281 mm
- Clarencia (A lo largo de la costilla No 14), 185 mm

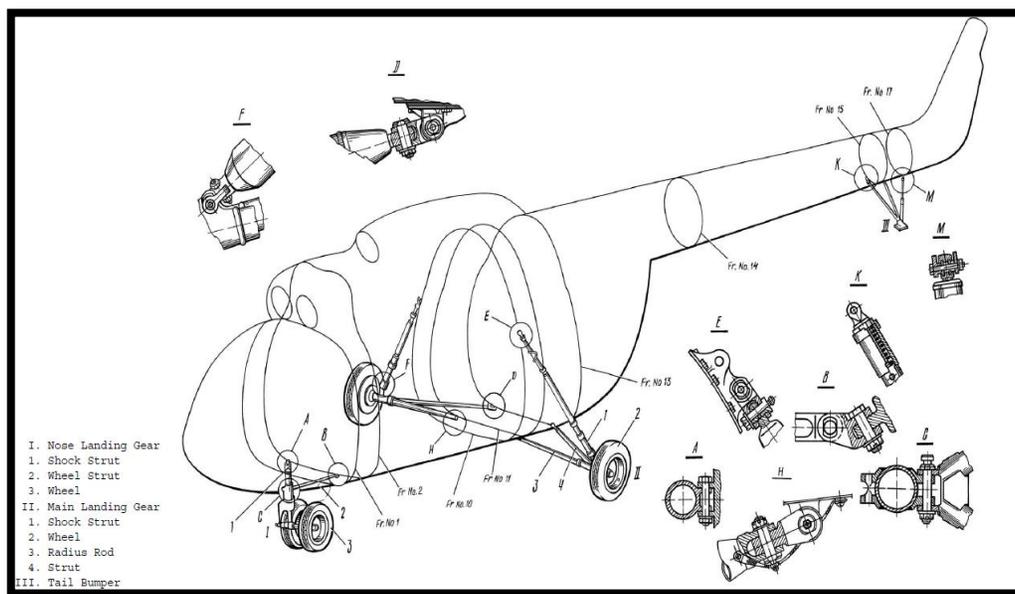


Figura 2. Descripción del tren
Fuente: (MI-171, 1995)

2.2.3 Inspección de las ruedas del tren de aterrizaje

Según (MI-171, 1995) (p.203) los pasos para ejecutar la inspección son los siguientes:

1. Limpie las ruedas de polvo y suciedad. Lave los neumáticos con agua y remueva los rastros de impurezas.

Mantenga la gasolina y el keroseno alejado mientras limpia la llanta.

2. Inspeccione los neumáticos de la rueda y chequee su condición externa.

Separación e hinchazón de la trenza de la llanta no es tolerable.

Cortes y rasguños de la banda de rodadura con daño en los flancos de la llanta son intolerables.

Si la capa superior de la banda de rodadura, se encuentra deshilachada o rota se encuentra inoperable.

Según (MI-171, 1995) (p.203) se realizan los siguientes pasos complementarios

- “3. Inspeccione la condición externa del cubo de la rueda.*

Rasguños, grietas, y corrosión en el cubo de la rueda no es tolerable.

Si la llanta se encuentra sobrepasando los límites del cubo se encuentra inoperable.

La línea de referencia entre el cubo y la llanta debe estar alineada. “

2.3 Descripción y operación del tren de aterrizaje principal.

Los montantes del tren de aterrizaje principal se encojen y están en ambos lados del fuselaje. Cada montante del tren de aterrizaje consiste de dos cámaras absorbe-choques, montante, varilla radial y rueda. El montante está unida a la costilla No 10 sobre la sección central de fuselaje. Cada montante principal está provisto de topes hidráulicos e interruptores magnéticos de grabación.

2.4 Descripción y operación de las ruedas y frenos del tren.

Según el manual de mantenimiento (MI-171, 1995):

El tren de aterrizaje de nariz cuenta con dos ruedas K2116 con medidas de 595mm por 185 mm sin frenos. La presión en el neumático es igual a 0.45 MPa (4.5 Kgf/cm^2). El tren de aterrizaje principal cuenta con ruedas KT 97/3 con las medidas 865 por 280 mm (una rueda por cada montante) equipada con frenos de aire y zapatas. La presión de la llanta es igual a 0.65 Mpa (6.5 Kgf/cm^2).

Las ruedas del tren de aterrizaje de nariz son montadas en un eje con cojinetes de rodillos y unida por tuercas con pernos de bloqueo. Para prevenir que las tuercas de la unión de la rueda se aflojen el eje roscado izquierdo está provisto de una rosca en contra torque de lo habitual. Los rodamientos de rodillos son fijados con mangas con pilares y aros de apoyo y cerrados por cubiertas suministrados con aros de sensación con protección contra polvo por ambos lados de la rueda. EL cubo de la rueda está cerrado por paneles y asegurados por pernos.

La llanta del tren de aterrizaje principal está montado sobre un eje con rodamientos de rodillo y unidos con tuercas que está trabado con pernos. Para prevenir que la tuerca se afloje de la unión de la rueda el eje izquierdo está provisto de una rosca en contra torque. Los rodamientos en rodillo son unidos con una manga-pilar y bloqueada con una cubierta suministrada con aros de sensación con protectores de polvo desde ambos lados de la rueda. La rueda es cerrada por paneles desde el interior al exterior.

El tambor del freno es asegurado dentro del cárter de la rueda con pernos, y dos zapatas de freno instaladas sobre pernos de seguridad. Las clarancia en los

frenos son controladas con pines y probadas por medio de una herramienta con placas de medición insertadas internamente en los orificios de inspección.

2.5 Operación de las ruedas del tren de aterrizaje

Bajo la acción de aire comprimido suministrado dentro de los cilindros del freno de las ruedas del tren de aterrizaje principal, las zapatas del freno son accionadas por medio de una palanca ubicada en la cabina de pilotaje la misma que se acciona y hace presión en contra del tambor frenando las ruedas debido a la fricción. Tan pronto como la presión del aire es liberada de los cilindros, las zapatas de freno ocupa la posición inicial bajo la acción de los resortes de retorno.

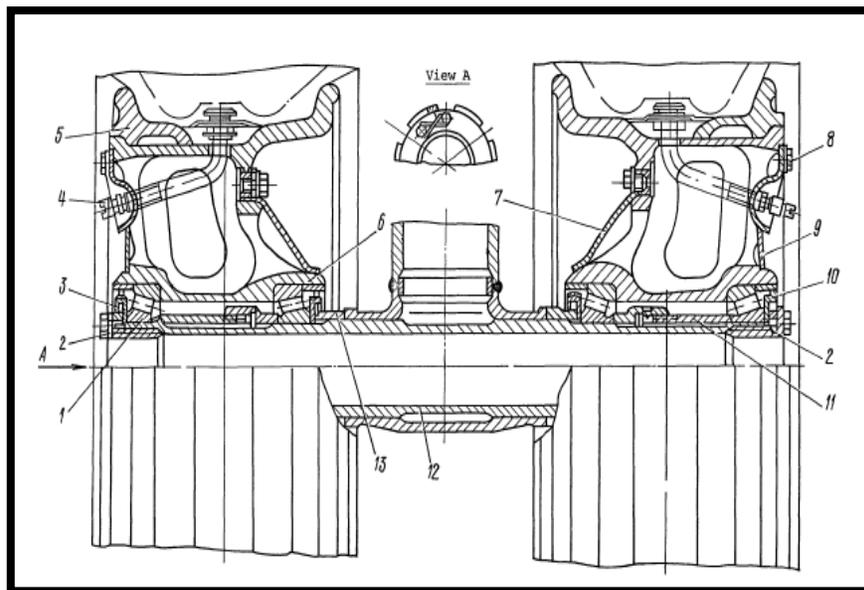


Figura 3. Partes de la rueda
Fuente: (MI-171, 1995)

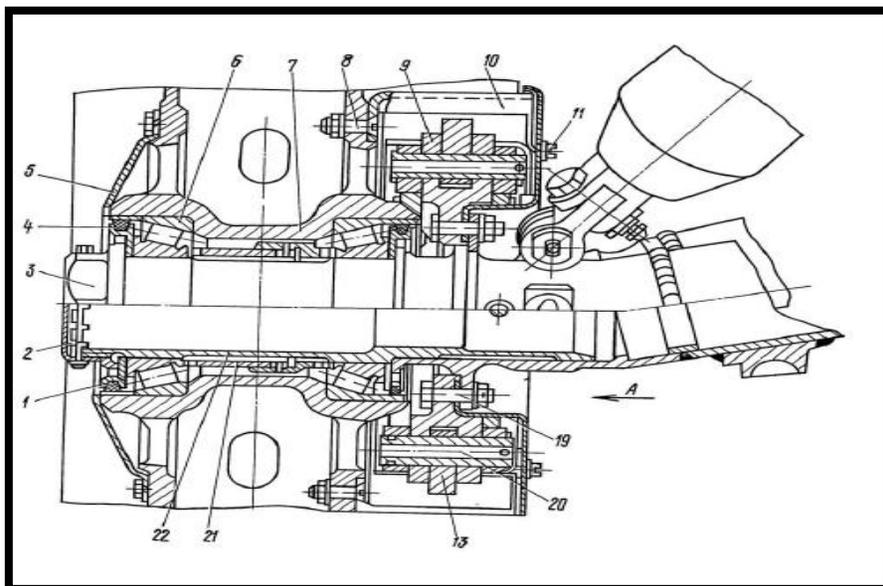


Figura 4. Conexión con el tren
(MI-171, 1995)

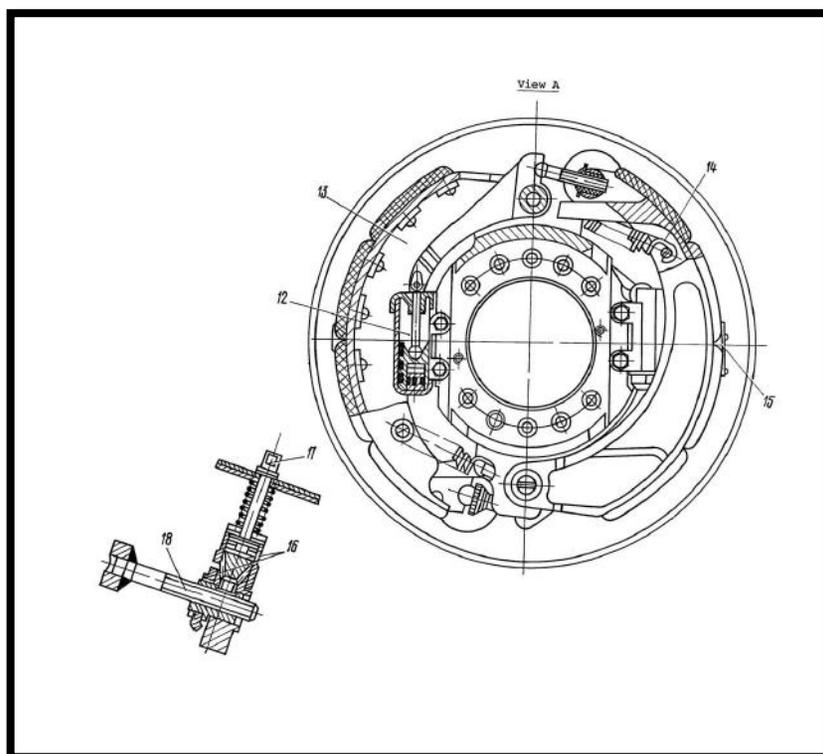


Figura 5. Tambor
(MI-171, 1995)

2.6 Desmontaje, inspección e instalación de las ruedas del tren de nariz.

Según el manual de mantenimiento del helicóptero (MI-171, 1995) la manera correcta de hacer el desmontaje y montaje es:

1. Levante el helicóptero por medio de gatas hidráulicas hasta que las ruedas sean separadas del piso.
2. Desbloquee y expulse los dos tornillos retenedores de la rueda.
3. Afloje la tuerca de fijación.
4. Remueva del eje en sucesión: el aro de apoyo, la cubierta con el aro de sensación, la carrera interna de los rodamientos, la rueda, la manga de protección, la carrera interna del segundo rodamiento, la segunda cobertura con el rin de sensación y el aro de apoyo.
5. Lave las partes removidas de la rueda. Pase un trapo a los rines de sensación impregnado en gasolina y apriete. Lave el neumático con agua.

Según el Manual de mantenimiento (MI-171, 1995)

6. Inspeccione la llanta y compruebe su condición externa chequee la presión en el neumático de la rueda.
7. Las rajaduras, grietas, y cortes sobre el cubo de la rueda no son tolerables. La corrosión sobre el cubo de la rueda está prohibido.
8. La separación, la hinchazón, los cortes y los pinchazos sobre la banda de rodadura así como el desgaste de la banda de rodadura en la capa superior de la cuerda de la carcasa y el desplazamiento de la llanta en el cubo o aro de llanta son intolerables.

9. La presión en el neumático de la llanta es de 0.45 MPa.

10. Inspeccione y pruebe el rodamiento de anillo de sensación y el sellado de sus superficies.

Según el manual (MI-171, 1995)

11. Los anillos de sensación no deben estar deteriorados. La fuga de grasa a través de los anillos de sensación son intolerables. EL rin de sensación esta instalado sobre una cubierta, y se extiende a la misma altura alrededor de la circunferencia y une la ranura de la cubierta.

12. Inspeccione las superficies del rodamiento, los rodillos y cajas y verifique su condición externa.

13. Inspeccione la manga de apoyo y el retenedor de la junta de la manga roscada y compruebe su condición externa.

14. Si existe mutilación de mangas de apoyo se prohíbe su uso.

15. Monte la rueda sobre el eje para la instalación, seguido del anillo de apoyo, La cobertura interna con el anillo de sensación, el rodamiento interno del segundo rodamiento, la cobertura externa con el anillo de sensación, el ring de apoyo. La parte interna del aro marcado con la letra "C" sobre la muesca debe ser instalada la brida desmontable de la rueda.

Según el Manual MI 171

16. Atornille y torquee la tuerca que une la rueda.

17. Gire con la mano la rueda montada en el eje.

18. La rueda debe girar libremente sin balancearse.

19. Balancee la rueda a lo largo del eje.

20.Los rodamientos pueden tener un juego insignificante.

21.Luego de probar la rueda por su instalación correcta, apriete los tornillos de bloqueo de las tuercas de union de la llanta y frene con alhambre de freno.

22.Remueva, inspeccione e instale la segunda llanta de una forma similar.

23.Baje el helicóptero con la ayuda de las gatas y saquelas del lugar de trabajo.

(MI-171, 1995).

2.7 Desmontaje, e instalación de las ruedas del tren.

Según el manual de mantenimiento del Helicóptero (MI-171, 1995) en el Capítulo 32 (tren de aterrizaje) la forma de realizar el desmontaje, Inspección e instalación de las ruedas del tren principal es la siguiente:

- 1.Levante el helicóptero por medio de gatas hasta que las ruedas se separen del suelo.
- 2.Desbloquee y afloje la tuerca del perno de bloqueo, las tuercas de unión de la rueda y retire el perno.
- 3.Afloje la tuerca de unión de la rueda, remueva la cubierta, junto con el anillo de sensación y el rodamiento.
- 4.Remueva la llanta, la manga de soporte, el segundo rodamiento y la cubierta interna con el anillo de sensacion desde el eje.
- 5.Lave todas las partes removidas, tanto el anillo de sensación de la cubierta del rodamiento y los neumáticos de las llantas con gasolina. Limpie los anillos de

sensacion con una franela con gasolina escurrida. Limpie el neumatico con agua.

Según el Manual de Mantenimiento (MI-171, 1995)

6. Inspeccione la llanta en su condicion externa. Pruebe la presion en el neumatico de la llanta. Grietas, protuberancias y muescas sobre el cubo de la llanta no son tolerables. La corrosión en el cubo de la llanta no es tolerable. La separación, las protuberancias, los cortes y los pinchazos en la banda de rodamiento, tanto como el desgaste de la banda de rodadura en la parte superior de la cuerda de la carcasa, relativamente levantado con el cubo del la llanta no e tolerable. La presión en el neumático de la llanta estaría en los 0.55 MPa o 5.5 Kgf/cm²)
7. Inspeccione la cubierta de los anillos de sensación y sus superficies selladas. Los anillos de sensación no deben estar desgastados. Las fugas de grasa a través de los anillos de sensación no son tolerables. El anillo de sensación será colocado en la ranura de la cubierta y se extendería por la misma altura alrededor de la circunferencia y uniendo la ranura de la cubierta del rodamiento.
8. Inspeccione la carrera del rodamiento, rodillos y carcasa y compruébelos por condición externa poniendo especial atención en las superficies. Una carrera de desgaste desigual, soportes externos y rodillos quemados no son tolerables.
9. Inspeccione el tambor del freno y pruebe su condición externa. Grietas en el tambor de freno que se propaguen en la superficie externa o se extiendan a una profundidad igual o a todo el espesor de la capa fundida del tambor, no es

tolerable. La pérdida de apriete del tambor del freno de los pernos y abrazaderas es intolerable.

10. Inspeccione la condición externa de las mangas de soporte y el retenedor medio-aro de la articulación de la manga roscada. El retenedor medio-aro debería cerrar la ranura y bloquear la articulación roscada. La mutilación de las mangas no es tolerable.

Lave las zapatas de freno y sus caras con gasolina e inspecciónelas por su condición externa. Grietas en las zapatas de freno y fisuras extendidas a través de la zapata del freno no es tolerable. Una cantidad ilimitada de grietas finas en la superficie de la zapata del freno es tolerable.

Chequee el grado de desgaste de las caras de la superficie del freno. La distancia entre la superficie de trabajo y las cabezas de remache no debe ser menos de 0.5 mm.

Según el Manual de Mantenimiento (MI-171, 1995)

11. Inspeccione el eje por su condición externa. Grietas, fisuras, protuberancias y arañes en el eje no son tolerables.
12. Cubra los rodamientos con grasa CT (HK-50) hasta que la grasa llene la carencia entre los rodillos y la carrera de la superficie de trabajo y cubra la superficie de carrera completamente.
13. Monte la rueda en el eje, en sucesión, la cobertura interna, con el aro de sensación, el rodamiento interno, la manga de apoyo, rodamiento exterior y la cubierta externa con un aro de sensación.
14. Atornille y una la tuerca de la unión de la rueda y pruebe el correcto montaje

de la rueda procediendo de la siguiente manera: Gire con la mano la rueda montada en el eje y compruebe que la rueda haga un medio giro, mínimo, luego de despegar la mano de la llanta. Balancee la rueda con las manos. En el plano del eje los rodamientos tienen un juego insignificante (La clarencia axial en los rodamientos de la rueda sería de 0.16 a 0.20 mm); una pieza de alambre 1.5 a 2.0 mm de diámetro insertada dentro del orificio de prueba de la tuerca empujaría contra el cuerpo del eje (La prueba se completa colocando grasa HK-50 en el orificio).

15. Luego de chequear la rueda correctamente instalada, apriete el bloqueo del tornillo de la tuerca de la unión de la rueda y bloquee la tuerca.
16. Luego de la instalación del freno sobre la varilla radial del tren de aterrizaje principal, selle los lugares no cubiertos del cuerpo del freno con sellante BNT - 1
17. Remueva, inspeccione e instale la segunda llanta de una forma

2.8 Desmontaje y montaje del neumático de la llanta

Según el manual de mantenimiento (MI-171, 1995) Capítulo 32 Ítem 032.40.00f las operaciones y requerimientos técnicos para realizar la tarea son los siguientes.

Expulse el núcleo de la válvula de inflado y libere el aire del tubo interno de la llanta;



Figura 6. Válvula de inflado

Corte el frenado de los tornillos y remueva las placas conectando las medias bridas desmontables del cubo de la llanta;



Figura 7. Frenado de seguros

Según el Manual de Mantenimiento: (MI-171, 1995)

1. Remueva el neumático de la rueda, procediendo de la siguiente forma:
remueva la tapa, tuerca y arandela de la válvula de inflado de la llanta;

Coloque la llanta sobre el suelo con la brida integral del cubo hacia abajo. Usando un removedor presione el neumático hacia abajo y remueva las medias bridas desmontables;



Figura 8. Medias bridas desmontables

Gire la rueda con la brida integral del cubo hacia abajo y utilizando el removedor, presione la pared lateral de la llanta y lleve la válvula de inflación del tubo interno fuera del orificio del aro al mismo tiempo; remueva la banda de rodadura junto con el tubo interno del aro del neumático.



Figura 9. Desmontaje de Neumático

2. Instale el neumático sobre la llanta de la siguiente forma: limpie el neumático y el tubo interno del polvo, arena y suciedad; desempolve el espacio interno del neumático y la superficie exterior del tubo interno con talco y coloque el tubo interno en la llanta;

Coloque la rueda sobre el piso con su media-bridas desmontable hacia arriba;

Conecte las medias bridas con las medias-bridas del cubo de la llanta;

Ponga la llanta encerrando el tubo interno ligeramente inflado para despejar pliegues en la llanta. Inserte la válvula de inflado en el orificio en el cubo de la llanta. Al hacerlo, iguale los ejes de la válvula y el orificio;

Usando el removedor, presione el neumático hasta el cubo integral de la rueda e instale las medias-bridas desmontables, teniendo que primero probar sus números con los números de la llanta. Cuando se instala las medias-bridas

desmontables, chequee que la línea roja sobre las medias bridas desmontables estén alineadas con la marca roja sobre la brida del cubo;

Instale los platos conectando las medias-bridas desmontables y bloquee los tornillos con alambre;



Figura 10. Frenado de seguridad

Ponga la junta de caucho y la arandela sobre la válvula de inflación y atornille sobre la tuerca. Según en manual (MI-171, 1995)

PRECAUCION. NO APRETAR LA TUERCA DE LA VALVULA APLICANDO UN GRAN ESFUERZO PARA EVITAR DAÑOS EN EL TUBO INTERNO.

Atornille el núcleo ubicado al final de la válvula; infle el tubo interno neumático con aire comprimido a una presión de operación que asegure la unión cerrada del neumático al aro de la llanta. Durante la inflación del tubo interno con aire

comprimido periódicamente jale la válvula de inflación hacia afuera del orificio del cubo de la válvula girando la tuerca hasta que la válvula de inflación salga del orificio 17 mm; chequee el núcleo de la válvula de inflación por su hermeticidad y mida la presión de la inflación en el tubo interno; cierre la válvula de inflación con la tapa protectora; usando pintura roja, aplique una línea de referencia, 25 –mm de amplitud, aproximadamente, al flanco del neumático y al aro de la llanta para probar el levantamiento relativa del neumático con el aro del cubo de la llanta cuando está en servicio.



Figura 11. Destalonador

NOTA. Instale y remueva el neumático de la llanta con el freno, juntas, con las carreras internas de los rodamientos y mangas de apoyo removidos. (MI-171, 1995) (p241).

CAPITULO III

DESARROLLO DEL TEMA

3.1 Realización del trabajo práctico



Figura 12. Pasos a ejecutar

3.2 Recopilación de información del desmontador.

3.3 Mecanismo principal.

El principal mecanismo de la herramienta es el destalonador empleado en el hundimiento del neumático, este destalonador nos van a proporcionar la fuerza de empuje necesaria para que salga el aire residual de la cámara del neumático y sirve

para que el neumático se desprenda del rin.



Figura 13. Destalonador

Un destalonador de neumáticos es una herramienta compuesta por varias piezas y funciona por la acción muscular cuya fuente es la energía humana, que tiene la finalidad de ayudar al técnico de mantenimiento aeronáutico a realizar el montaje y desmontaje de los neumáticos de las ruedas, el cambio del tubo de la rueda del tren de aterrizaje y está elaborada con el fin de mejorar la eficiencia en el trabajo de los técnicos.

Se ha estudiado varias herramientas para desmontar los neumáticos de las ruedas con el fin de seguir los lineamientos dispuestos por los manuales para la ejecución de la inspección y de la carta de trabajo MS 206, Paginas 219 – 221/222 del manual de mantenimiento Ítem 032.40.00f que tiene como procedimiento: Desmontaje/ Instalación del neumático de la rueda.

En el proceso de pasantías en la Brigada Aérea se notó que existía la necesidad de destalonar el neumático del aro de la llanta en las instalaciones de Sangolquí, en tal virtud, se vio la necesidad de implementar una herramienta como trabajo de titulación previo la obtención del título de tecnólogo en mecánica Aeronáutica.

En la tarea 206 del manual, establece el procedimiento para remover e instalar el neumático de la rueda, en ese sentido el trabajo de la orden de trabajo tenía falencias en cuanto a la herramienta correcta para realizarlo de una manera más técnica, haciendo un análisis se concluyó que el proyecto es factible en el sentido de materiales, se utilizó acero de la norma ASTM A36 ya que este tipo de acero es ideal para atornillar, remachar y soldar, también se obtuvo la factibilidad de recursos en el sentido del sustento económico por parte personal, los dibujos de los componentes y piezas se los realizó con el programa solidworks, el mismo que se encuentra en los anexos, se escogió este programa por su gran funcionalidad y precisión, también se realizó el análisis estático de tensión con el fin de obtener una escala de deformación de Von Mises.

a. *Análisis estático de tensión.*

Factor mínimo de Elongación 0,00

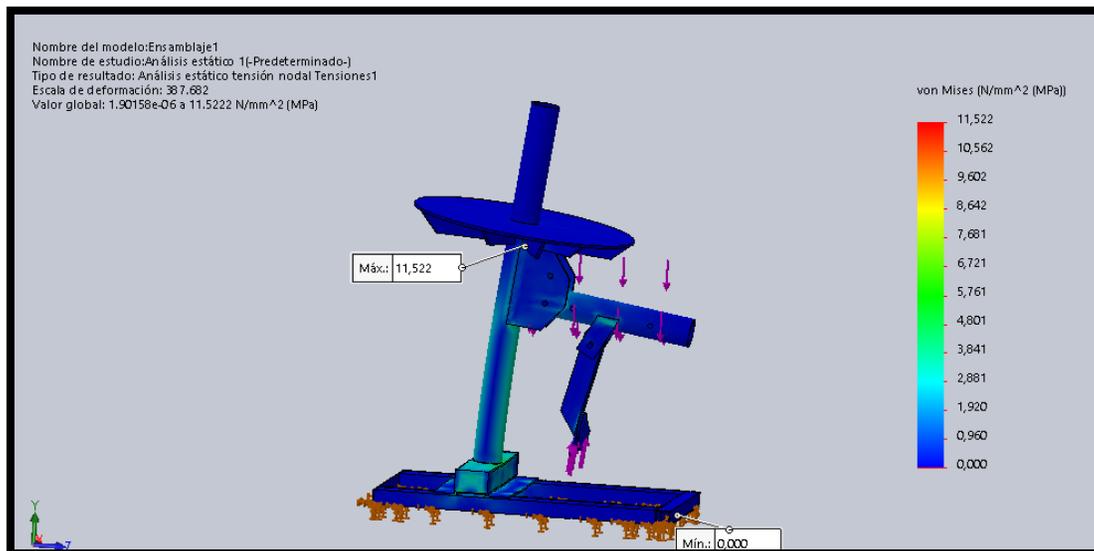


Figura 14. Análisis de tensión 1

b. Análisis estático de tensión (Perfil Izquierdo)

Factor máximo de Elongación 11.522 N/mm o 11.52 MPa.

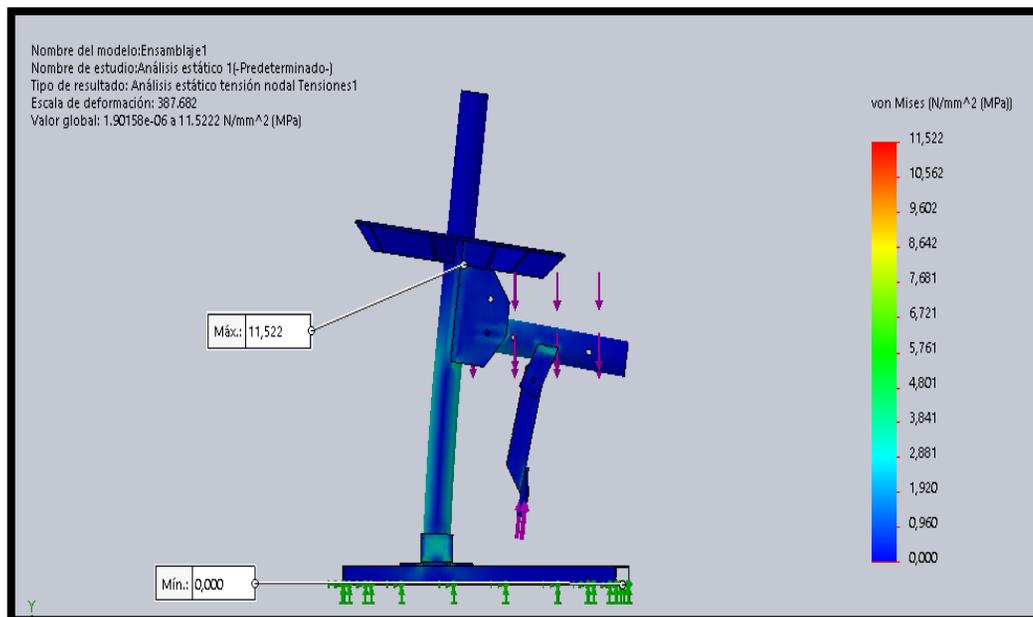


Figura 15. Análisis de Tensión 2

c. Análisis estático de tensión en punto de apoyo.

Escala de deformación de 387.682 MPa

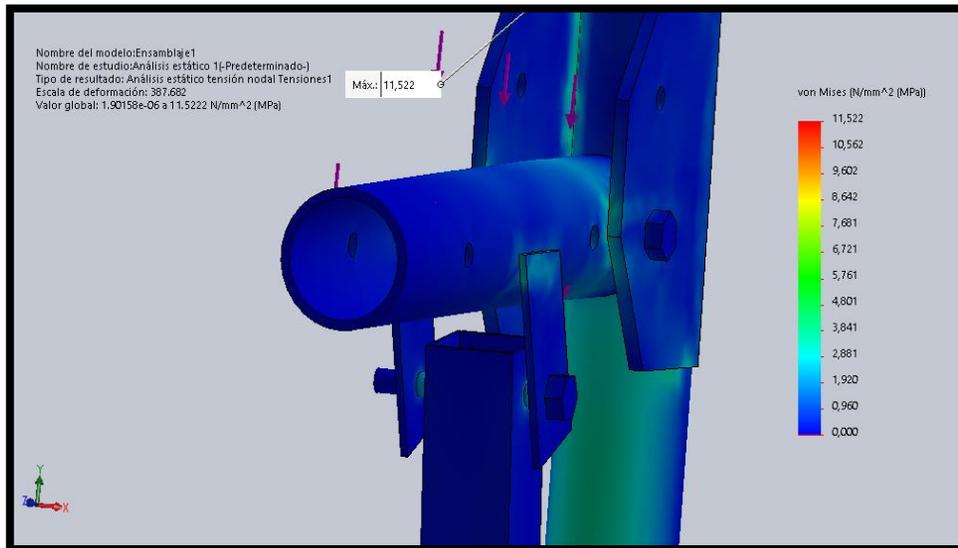


Figura 16. Análisis de tensión 3

d. Factor de seguridad

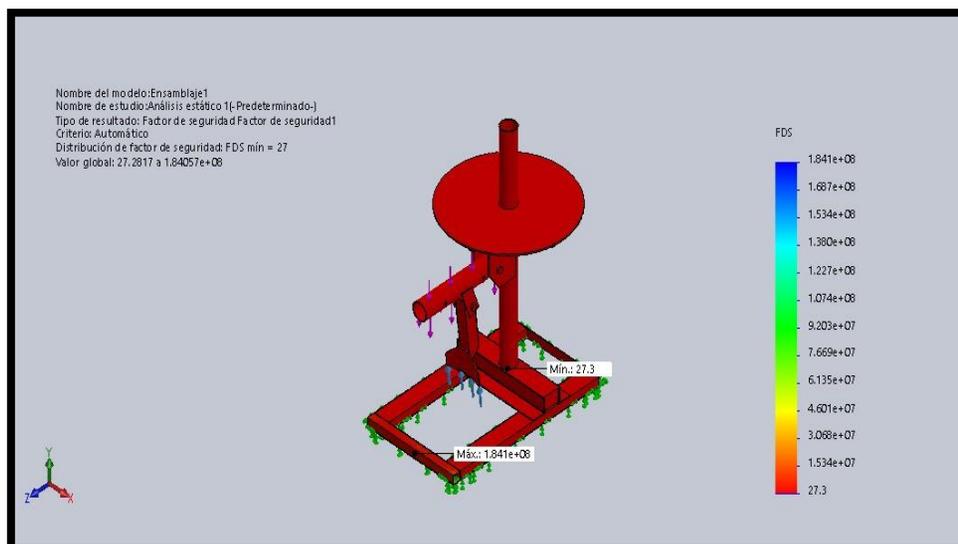


Figura 17. Factor de seguridad

De los gráficos obtenidos de la estructura se obtiene las siguientes conclusiones:

- Un factor mínimo de Elongación de 0.00.
- Un factor máximo de elongación de 11.522 N/mm o 11.52 MPa.
- Una escala de deformación de 387.682 N/mm o 387.682 MPa.
- Factor de seguridad 1

Para generar la fuerza necesaria para realizar el trabajo se elaboró un brazo de palanca de 150cm que amplifica la fuerza de torque aplicada esta es una palanca de segundo género, la razón para designar el género de la palanca está en que la resistencia (la parte donde trabaja el destalonador) se encuentra entre el fulcro o punto de apoyo y la potencia o (brazo de palanca).

Para realizar el diseño se realizó un trabajo de campo y de investigación el mismo que se basó en varias desmontadoras industriales comerciales neumáticas y mecánicas básicas que realizaban un trabajo similar, para este caso se le adecuó las medidas para el trabajo en la rueda del tren de aterrizaje del helicóptero. El material utilizado es el acero por ser de fácil accesibilidad, por ser recomendado para soldar y por su resistencia.

3.4 Definición de Acero

Según (Maldonado, 1996)(p.15).”El acero es de los más importantes materiales de Ingeniería y construcción, esto se debe a que aproximadamente el 80% de todos los metales producidos corresponden al acero.

El acero obtiene este grado de importancia debido a su combinación de resistencia, facilidad de fabricación y un amplio rango de propiedades con bajo costo”

a. Composición del acero

Según (Maldonado, 1996):

Fundamentalmente todos los aceros son principalmente, o más apropiadamente, aleaciones de hierro y carbono. Los aceros llamados al simple carbono son aquellos que generalmente tienen aparte del carbono cantidades o porcentajes pequeños de Mn, Si, S, P. Un ejemplo es el acero 1045 que tiene un 0.45% de carbono, 0.75% de manganeso, 0.40% de fósforo, 0.50% de azufre, y 0.22% de silicio.

Por otra parte el carbono es el principal ingrediente en los aceros, la cantidad de carbono presente en los aceros de simple carbono tiene un efecto pronunciado sobre las propiedades del acero y en la selección del tratamiento térmico aplicable para ciertas propiedades deseadas debido a la importancia del contenido de carbono, un método para clasificar el acero al simple carbono se encuentra en base al contenido del mismo. (Maldonado, 1996)(p.15).

Cuando solo una pequeña cantidad de carbono está en un acero en particular este se llama un acero al bajo carbono.

- Aceros de bajo Carbono significan menos del 0.30% de Carbono en peso
- Acero al medio Carbono contiene entre 0.30% y un 0.60% de carbono
- Aceros arriba del 0.60% de carbono se clasifican en aceros de alto carbono
- Aceros que contienen un porcentaje mayor al 0.77% de carbono pueden ser

llamados aceros de herramientas.



Figura 18. Selección de acero

El material seleccionado para las placas, los tubos, los perfiles y para todo el acero utilizado en la estructura es el acero ASTM A36 por sus siglas (American Society of Testing Materials) esta especificación es la más utilizada en obras públicas, puentes, en empresas y estructuras por su gran resistencia y soldabilidad, está fabricado con un punto de cedencia de 36 KSI, una resistencia a la tracción de 58 – 80 KSI, y posee una composición química de:

- Un porcentaje máximo de Carbono de 0.25%
- No contiene Manganeso
- Un porcentaje de Fosforo de 0.04%
- Un porcentaje de Silicio de 0.40%

- Un porcentaje de Azufre de 0.05%
- Un porcentaje de cobre del 0.20%

(Ferrocortes) *Lámina calidad estructural.*

3.5 Sueldas.

a. La soldadura eléctrica por arco

Antes de continuar con la elaboración de la herramienta se vio la necesidad de hacer un estudio de sueldas específicamente la suelda que se utilizo es la SMAW (Shield Metal Arc Welding) con el fin de tener un conocimiento previo de soldar antes de ejecutar la realización del desmontador.

Según (Soldexa) En el proceso de la implementación de la herramienta se utilizó esta técnica por la resistencia y disponibilidad que existe en el lugar de manufacturación.

Según el manual de soldadura de (Soldexa), p20).

Es un proceso de soldadura, donde la unión es producida por el calor generado por un arco eléctrico, con o sin aplicación de presión y con o sin metal de aporte.

La energía eléctrica se transforma en energía térmica, pudiendo llegar esta energía hasta una temperatura de aprox. 4000°C. La energía eléctrica es el flujo de electrones a través de un circuito cerrado. Cuando ocurre una pequeña ruptura dentro de cualquier parte, o apertura del circuito, los electrones se mueven a gran velocidad y saltan a través del espacio libre entre los dos terminales, 1,5 – 3 mm produciendo una chispa eléctrica, con la suficiente presión o voltaje para hacer fluir los electrones

continuamente. A través de esta apertura, se forma el arco eléctrico, fundiéndose el metal a medida que se avanza.

El arco eléctrico es, por tanto, un flujo continuo de electrones a través de un medio gaseoso, que genera luz y calor.



Figura 19. Operador soldando

Por seguridad se mencionan los equipos de protección para el proceso de suelda por arco.

- Protección del equipo de suelda:
- Mascarilla
- Guantes de cuero

- Mandil de cuero
- Componentes del equipo de suelda
- Cepillo de acero
- Maquina soldadora 220v
- Entenalla
- Electrodo 6011, 6013, 7018.
- Pinza de trabajo
- Playo de presión
- Tierra o masa
- Electrodo revestido
- Cables de la Maquina soldadora
- Piezas a soldar
- Martillo y punta.

Según el manual de soldadura de (Soldexa) (p20), El circuito se cierra momentáneamente, tocando con la punta del electrodo a la pieza de trabajo, y retirándola inmediatamente a una altura preestablecida, 1,5 – 3 mm formándose de esta manera un arco. El calor funde un área restringida del material base y la punta del electrodo, formando pequeños glóbulos metálicos, cubiertos de escoria líquida, los cuales son transferidos al metal base por fuerzas electromagnéticas, con el resultado de la fusión de dos metales y su solidificación a medida que el arco avanza.

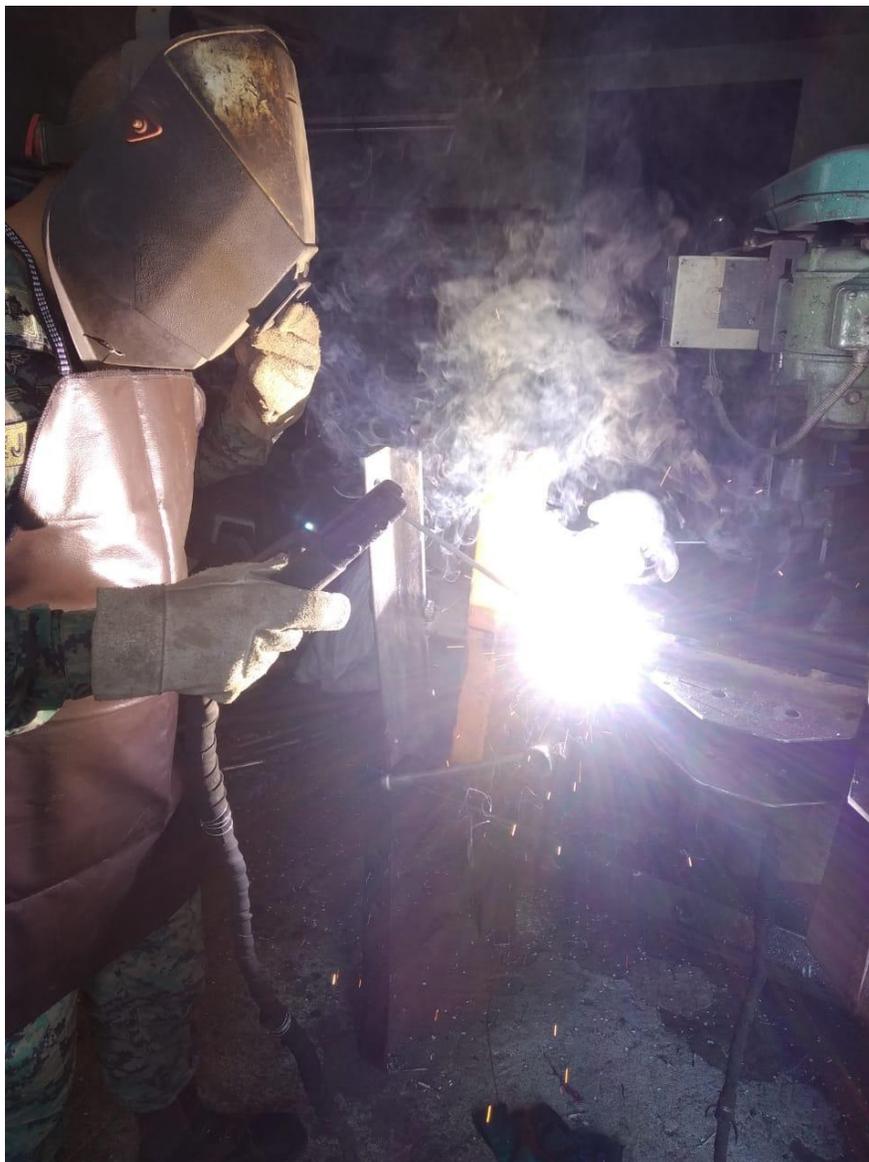


Figura 20. Soldadura de Mástil

En el proceso de suelda se lo realizó con el apoyo y supervisión del señor tutor y de técnicos especializados en sueldas especiales siguiendo las normas de seguridad y tratando de realizar uniones que pasen los filtros de calidad en los cordones de suelda incluso se realizó un ensayo no destructivo con tintes penetrantes con profesionales especialistas en la NORMA: ASTM E165 Standard Test Method for Liquid Penetrant Examination con penetrante, revelador, y removedor de la marca MAGNAFLUX de

aplicación en Spray en donde se evidencia que la soldadura está libre de defectos superficiales, el armado de las cinco juntas se encuentran en estado operativo además que los cordones de soldadura en las piezas están libre de grietas y rayaduras el certificado consta en los anexos del presente trabajo.



Figura 21. Líquidos penetrantes.

En el proceso de suelda se utilizó electrodo 7018, 6011, 6013 el electrodo 7018 se utilizó en la unión del mástil con los ángulos que van unidos a la base, para las demás uniones permanentes se utilizó electrodo 6011 porque es muy utilizado en estructuras livianas con materiales de bajo carbono (0.25%), se puede utilizar con corriente alterna o continua incluso en superficies oxidadas tiene la ventaja de producir una buena penetración en el material, poca escoria y calidad en el depósito de la soldadura.

3.5.1 Uniones no permanentes

Con el fin de hacer la herramienta más portable se realizó en el diseño varias uniones no permanentes con 04 pernos en la base de $\frac{1}{2}$ " de diámetro por 2" de altura y en el soporte de unión del despegador de la llanta, en el punto de apoyo de $\frac{1}{2}$ " de diámetro por 5" de altura.

Como ha señalado (Eumed.net, 2013) "Según las especificaciones de la SAE para pernos de bajo carbono de hasta $\frac{1}{2}$ pulgada una carga de prueba de $3,86\text{Kg/cm}^2$ y una resistencia a la tracción de 4.85Kg/cm^2 grado SAE 2."

3.5.2 Diseño de piezas

Los dibujos del diseño fueron realizados con el programa Solid Works debido a la precisión análisis de elongación de fuerzas y planos en 3D.

a. Base

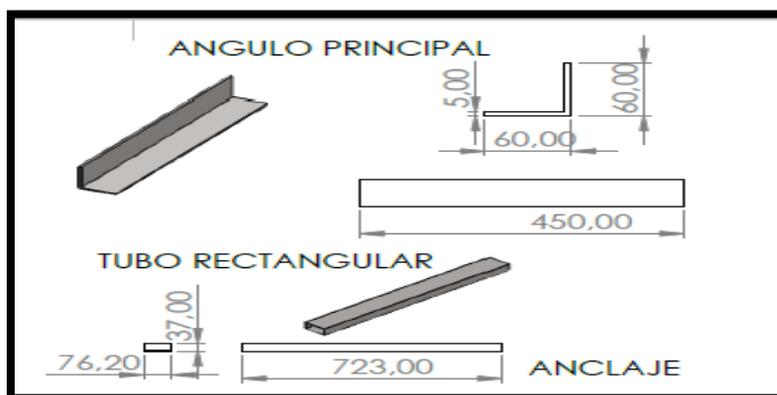


Figura 22. Base

b. Mástil o puntal

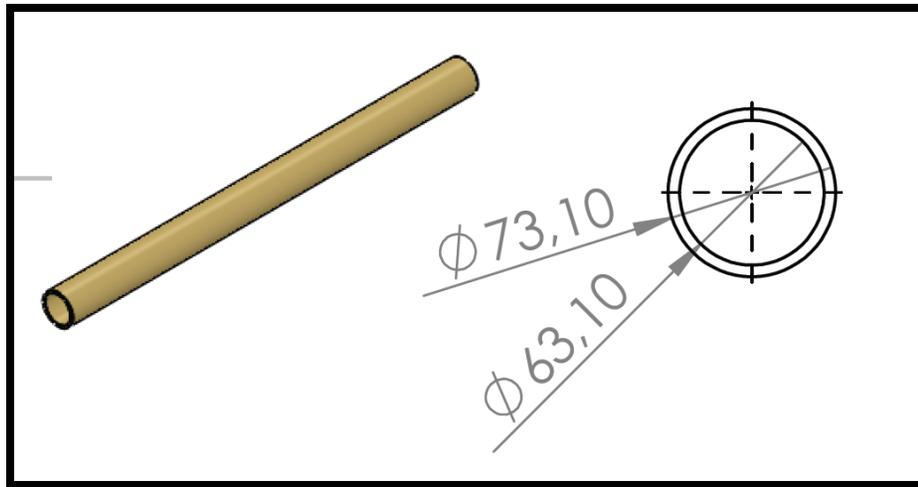


Figura 23. Mástil

c. Punto de apoyo.

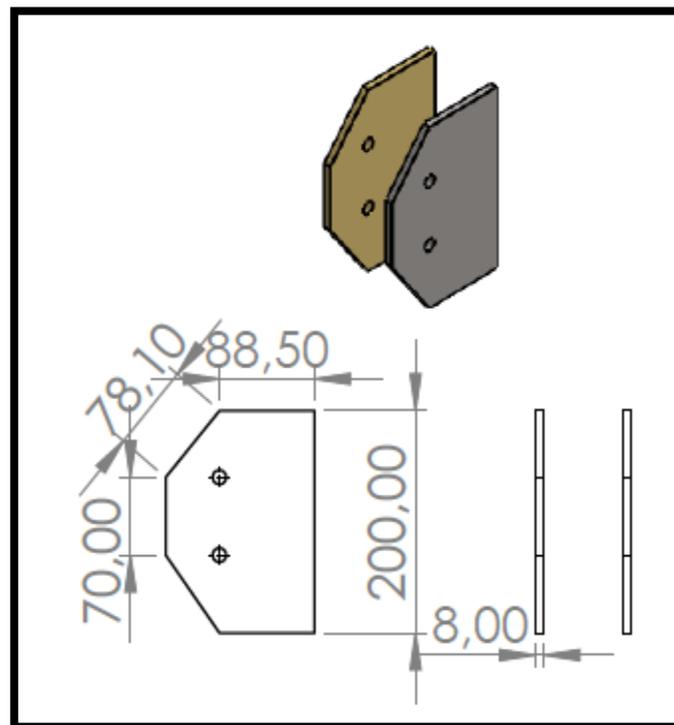


Figura 24. Punto de apoyo

d. Tubo de unión del destalonador

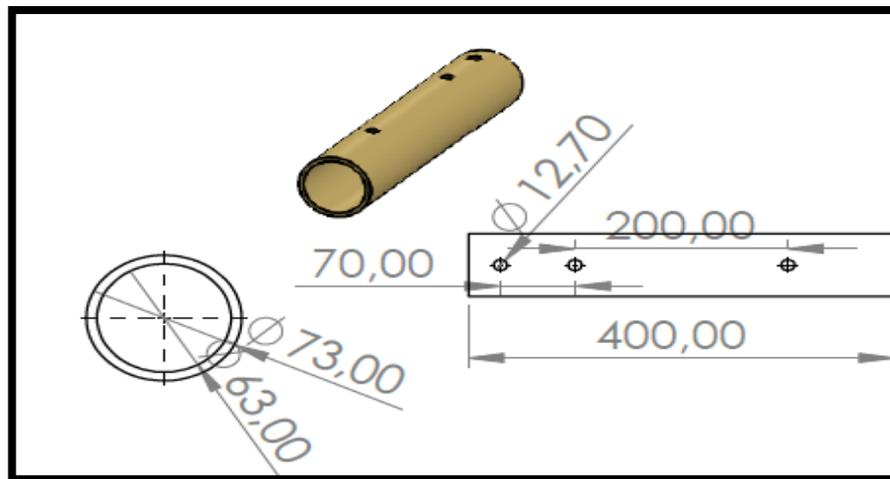


Figura 25. Tubo de unión

e. Soporte de unión del destalonador

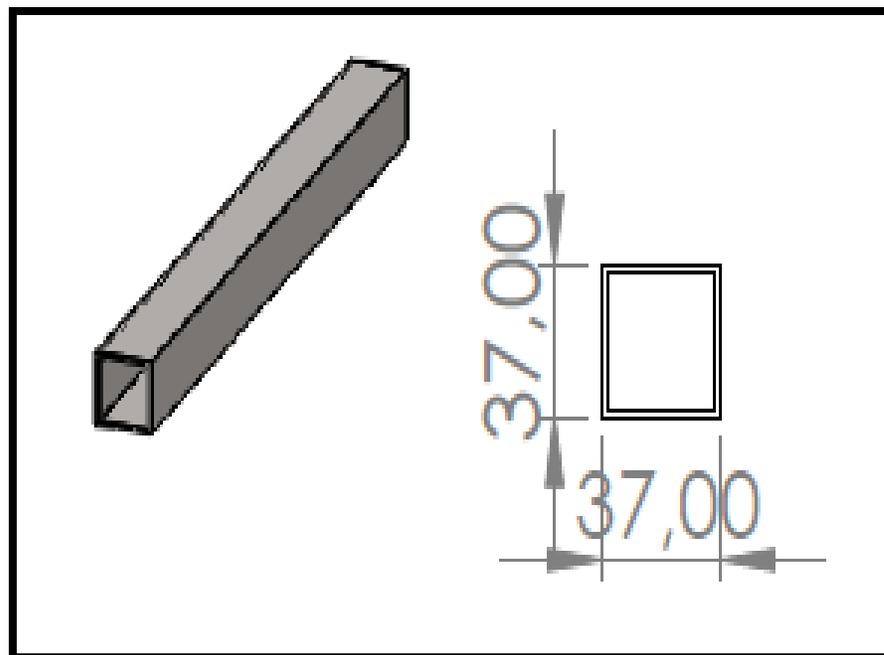


Figura 26. Soporte de unión

f. Destalonador

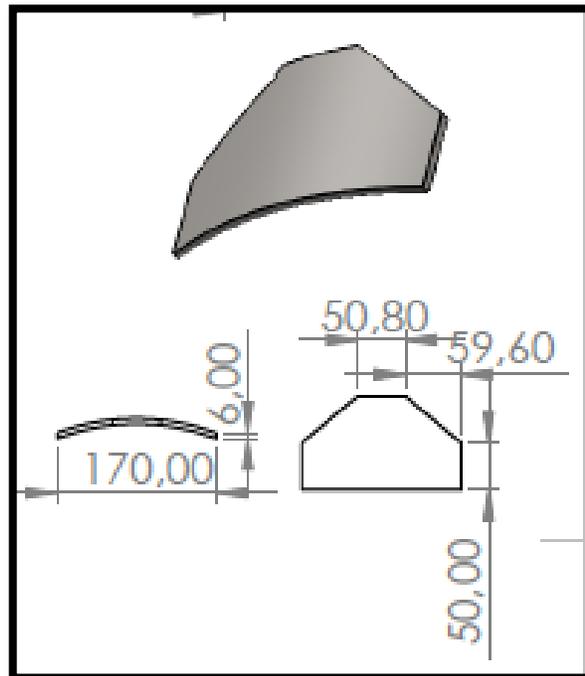


Figura 27. Destalonador

g. Desmontador de neumáticos ensamblado

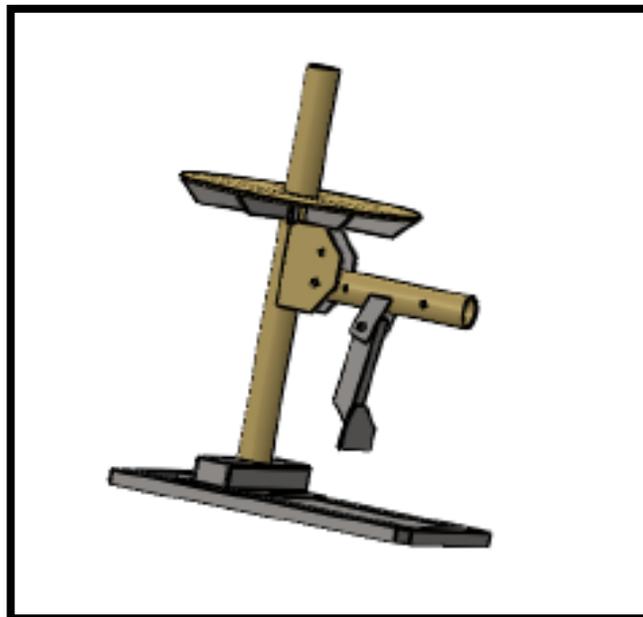


Figura 28. Desmontador terminado

3.5.3 Descripción de las partes principales

a. Base para destalonar

Sirve como apoyo donde se va a soldar el mástil que es nuestra principal columna donde a su vez van a ir unidas las demás piezas para realizar el trabajo y sus dimensiones son 75cm longitudinal x 45cm trasversal va a estar cubierta por una maqueta para evitar el roce de metal/metal.



Figura 29. Base gris

b. El mástil

Es un tubo de un metro de alto por 7.3cm de diámetro tiene un espesor de 0.5cm cedula 40 utilizado para conducción de fluidos, y gases, en petroquímica, minería, pesca y en general para estructuras tiene una prueba de resistencia a la presión de $176\text{Kg}/\text{cm}^2$ y un peso de 8.62 Kilogramos por metro, es el apoyo principal donde van a ir soldado el fulcro o punto de apoyo y va a ir soldado también la base superior.



Figura 30. Fab. Mástil

c. Punto de apoyo o fulcro

El punto de apoyo consta de dos platinas de 21cm de alto x 10cm de ancho y 3mm de espesor posee dos orificios para diferentes posiciones de trabajo, esta pieza es el eje donde se va a generar el movimiento del soporte del destalonador, posee uniones no permanentes con pernos de media pulgada con el soporte del destalonador y está unido por medio de suelda al mástil posee una resistencia a la tracción de 58-80Ksi y un punto de fluencia de 36Ksi.



Figura 31. Fulcro

d. El brazo de palanca

Es un tubo de acero de 6.3cm de diámetro por 150cm de altura con un espesor de 0.5cm que amplifica la fuerza mecánica de torque que se realiza cuando se ejecuta el trabajo, se clasifica como una palanca de segundo género en donde la resistencia (el destalonador) se encuentra entre el punto de apoyo y la potencia.



Figura 32. Potencia

e. Soporte de unión del destalonador.

Está conformado por un tubo de 7.3cm de diámetro y 40cm con un espesor de 0.5cm de largo que posee tres orificios para embonar la palanca de potencia en el cual están soldadas las dos placas de apoyo con una dimensión de 12cm de largo y 5cm de alto y 0.3cm de espesor con un orificio que sirve de unión desmontable para el destalonador (esto se lo realizo con el fin de obtener movimiento y así poder ajustar en el punto exacto donde el neumático está pegado al rin.



Figura 33. Soporte del destalonador

f. Destalonador

El destalonador consta de un tubo cuadrado de 5cm cada lado y 26cm de altura en el cual va soldada una pala que realiza el trabajo de bajar la ceja del neumático, este tubo tiene un orificio para conectar en la placa de unión del tubo, y en su parte final está conformado por una pala de 21cm por 10 cm con un espesor de 0.6cm esta pala destalonadora tiene la función ejecutiva del trabajo.



Figura 34. Destalonador soldado

g. Base para desmontar

La base para desmontar es una placa circular de 56cm con un orificio central de 7.21cm y 0.3 de espesor está regida bajo la norma ASTM A36 de placas de hasta 4mm tiene un mínimo de esfuerzo de fluencia de 36Ksi y tiene las máximas recomendaciones para ser soldada con electrodos 6010, 6011, 6013, 7018, esta base superior va soldada al mástil tiene el trabajo de servir como soporte para retirar la

válvula de la cámara, para sacar el aire del tubo, retirar el frenado de los tornillos y también para realizar los pasos inversos en el montaje aquí podemos limpiar el polvo y sacar el tubo de la rueda del tren.



Figura 35. Base para desmontar

3.5.4 Calculo de fuerzas de la palanca

Calcular el valor de F_2 si F_1 genera una resistencia de 16 Lbs si la distancia entre el fulcro y la resistencia es de 20cm y del punto de apoyo al brazo de potencia es igual a 155cm.



Figura 36. Calculo de Fuerzas

Datos:

$$F_1 = 7.27\text{Kg} \quad F_2 = x \quad B_1 = 0.2\text{m} \quad B_2 = 1.55\text{m}$$

$$\text{Fórmula: } F_1 \times B_1 = F_2 \times B_2 \quad X = F_1 \times B_1 / B_2 \quad X = (16\text{Lbs} \times 0.2\text{m}) / 1.55\text{m}$$

$$X = 2.06 \text{ Lbs}$$

Conclusión: La fuerza necesaria para despegar el talón del neumático del rin debe ser mayor a 2.06 Lbs.

Según (ocupacional, 1997) “Los limites superiores de las fuerzas para jalar verticalmente y empujar hacia abajo a la altura del codo es de 64 Lbf”.

3.6 Neumáticos

El neumático tiene una altura de 185cm por 595cm de diámetro se infla con una presión de 4.5 Kg/cm² 64.005 lb/inch², el aro tiene un diámetro de 31.5cm posee una particularidad sobre las llantas de autos comerciales normales de automóviles, soporta las cargas del peso del helicóptero con una capacidad de carga de 4400 Kg

transmite las fuerzas de traslación y frenado a las superficies del terreno además de proveer la capacidad de dirección y estabilidad del helicóptero, posee dos bridas que se desmontan y están unidas con dos pernos que se frenan al aro estas bridas proporcionan la unión entre el neumático y el aro.



Figura 37. Vista superior neumático



Figura 38. Vista inferior Neumático



Figura 39. Bridas desmontables

Las bridas se encuentran unidas mediante dos placas de unión frenadas con alambre de freno número 32 y son elementos de seguridad en el interior del aro existen cavidades donde se unen estos pernos como medida de seguridad.



Figura 40. Placas de seguridad

3.7 cortes de piezas

Para el corte de piezas se utilizó cortadora de metal y plasma.



Figura 41. Corte de tubos



Figura 42. Corte en plasma

3.7.1 Ensamblaje de las piezas

EL ensamblaje se lo realizo con uniones permanentes (soldadura) y uniones no permanentes pernos.



Figura 43. Uniones permanentes



Figura 44. Uniones permanentes

Herramienta totalmente ensamblada.



Figura 45. Herramienta ensamblada

3.7.2 Análisis Estático

Según (Solid, 2018), cuando se aplican cargas a un sólido, el sólido se deforma y el efecto de las cargas se transmite a través del sólido. Las cargas externas inducen fuerzas internas y reacciones para renderizar el sólido a un estado de equilibrio. El análisis estático lineal calcula los desplazamientos, las deformaciones unitarias, las tensiones y las fuerzas de reacción bajo el efecto de cargas aplicadas.

3.8 Acabados finales

La pintura se la realizó en el taller de manufacturación luego de ensamblada la herramienta se procedió a Lijar y limar las superficies irregulares.



Figura 46. Correcciones

Se realizó la limpieza de la herramienta con el fin de retirar suciedad, polvo, grasa pegada, y se revisó las imperfecciones en la superficie del metal para dejarla en condiciones para pasar el fondo.

Se utilizó un fondo blanco anticorrosivo con el fin de evitar el óxido, el color blanco ayuda a una mejor apreciación del color y se lo realiza con el fin de tener unas condiciones propicias para darle la pintura del acabado.



Figura 47. Fondo anticorrosivo

3.8.1 Pintura de la herramienta

La pintura se la realizó en color amarillo tráfico como lo señala la norma (INEN, 2013)(p.8). “El color amarillo significa precaución, superficie caliente o electricidad”.

Para lo cual se utilizó pintura para metal, Llegándose a realizar tres manos de pintura en el 100% de la herramienta con el fin de obtener cobertura integral de pintura dejando la herramienta en condiciones operables.



Figura 48. Herramienta terminada

Como lo señala la norma (INEN, 2013)(p.15) “La pintura amarilla con contraste negro se utiliza para lugares de peligro y obstáculos donde existe el riesgo de que la gente se golpee, se caiga o tropiece o que caigan cargas”



Figura 49. Acabados de seguridad

3.9 Pruebas de presión en la rueda.

Las pruebas se las realizaron en la prensa hidráulica de la Espe Latacunga en vista que posee manómetro y tiene la capacidad de darnos presiones en Kg/cm² y Lb/pulg².



Figura 50. Manómetro de prensa hidráulica

Primero se llevó la rueda armada e inflada a 4.5Kg/cm² luego se desinflató para retirar el aire de la cámara incluido la válvula de la misma.



Figura 51. Extracción del aire

Luego, con la rueda sin aire y sin válvula se realizó las pruebas de presión con el fin de tener una medición de la presión necesaria para despegar el neumático del rin.



Figura 52. Prueba de presión

Luego de las pruebas se llegó a una medición de presión máxima de 16 PSI necesarios para despegar el neumático del rin.



Figura 53. Neumático separado del rin

3.9.1 Ventajas de utilizar el desmontador.

- Mayor seguridad en el desmontaje del talón del neumático de la rueda.
- Ganancia de productividad que se mide en la eficiencia de la implementación de la herramienta.
- Máxima ganancia de ergonomía para el operador del destalonador.
- Reduce los daños en el talón durante el desmontaje de las llantas.

3.9.2 Normas de seguridad.

1. Utilizar herramientas probadas y adecuadas para realizar el trabajo.
2. El desmontaje del talón de la llanta debe ser realizado por personal instruido y calificado.
3. Realice las instrucciones y los pasos para desmontar el neumático conforme lo indica en los manuales de mantenimiento.
4. La labor de desmontar el talón del neumático debe ser realizado por un mínimo de dos personas.
5. Para desmontar el neumático de la rueda este debe estar sin nitrógeno en la cámara.
6. Se debe verificar que el neumático se encuentre sin válvula
7. Para el montaje se debe verificar la calidad del neumático que se va a montar mismo que no debe tener abolladuras, ni grietas, y debe estar en óptimas condiciones de funcionamiento.
8. Antes del montaje se debe lubricar los apoyos de la llanta y los talones de la cubierta.
- 9 Utilizar equipo de protección personal, Gafas de protección, tapa oídos, guantes y zapatos con punta de acero.
10. Realizar una adecuada limpieza de la región del talón, limpiándola sin retirar la pintura de protección de esta zona de la rueda.
11. Para el inflado de las llantas utilizar una jaula de seguridad.
12. Permanezca fuera de la trayectoria del cubo de la llanta.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se concluye que el estado de las ruedas del tren de aterrizaje, se determina poniendo en ejecución la información técnica de los manuales, inspeccionando que no existan discrepancias en su condición externa.

- Luego de la puesta en marcha de la herramienta, se evidencia un aumento de la operatividad, en las tareas realizadas en las ruedas del tren del helicóptero MI 171, del centro de mantenimiento de la 15 B.A.E Paquisha.

- Finalmente, se realiza las operaciones y requerimientos técnicos de la tarea de mantenimiento N°206, ejecutando el desmontaje y montaje de la rueda del tren de aterrizaje dejándolas en condiciones operables.

- De lo expuesto anteriormente se concluye que la información encontrada en los manuales determina los tipos de discrepancias y estandariza la aeronavegabilidad del conjunto tren de aterrizaje, y ruedas.

4.2 Recomendaciones

- Realizar inspecciones diarias de la condición de las ruedas del tren de aterrizaje verificar que no existan cortes o pinchazos en las ruedas y en el aro del tren de aterrizaje y que no existan objetos afilados cerca del lugar donde va a parquearse la aeronave.
- Antes de realizar el desmontaje del neumático de la llanta constatar que el tubo de la llanta este sin presión de nitrógeno y sin válvula de inflado y que el inflado de la rueda sea realizado en lo posible con una jaula de seguridad y con manómetros calibrados.
- Cuando se instalan las medias bridas desmontables del aro se debe verificar que la marca con pintura roja del aro coincida con la marca roja de las bridas desmontables.
- Instale y remueva el neumático del aro con la ayuda de personal de mantenimiento calificado para utilizar la herramienta y ejecutar la carta de trabajo y con la ayuda de las herramientas adecuadas para realizar dicha actividad.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, G. G. (Enero de 2002). <https://www.researchgate.net>. Recuperado el 25 de Noviembre de 2019, de file:///C:/Users/FABIAN/Downloads/Garca_2002Laergonomiadesdelavisionsistemica.pdf
- Ann Riley, B. A. (2008). *AVIATION MAINTENANCE TECHNICIAN HANDBOOK*. Oklahoma: FAA. Recuperado el 27 de Noviembre de 2019
- Ejercito. (2011). *Manual de regulaciones para operaciones de la aviacion del ejercito*. Quito. Recuperado el 15 de Octubre de 2019
- Eumed.net. (2013). Diseños de elementos de m+aquinas. Chapingo, Mexico, Mexico. Recuperado el 02 de Diciembre de 2019
- Fernandez, G. A. (03 de 08 de 2016). *SECUENCIACIÓN DE OPERACION DEL MONTAJE DE UN AVION C-295*. Obtenido de file:///C:/Users/Lenin/Downloads/TFM%20GUILLERMO%20APARICIO%20FDEZ-MELERO.pdf
- Ferrocortes. (s.f.). <https://es.scribd.com/document/360475756/astm-a36-pdf>. Recuperado el 20 de Diciembre de 2019, de scribd: <https://es.scribd.com/document/360475756/astm-a36-pdf>
- INEN. (15 de MAYO de 2013). NORMA TECNICA ECUATORIANA 3864-1:2013. ECUADOR. Recuperado el 06 de Enero de 2020
- Maldonado, J. (Diciembre de 1996). <http://eprints.uanl.mx/421/1/1020118272.PDF>. Recuperado el 20 de Noviembre de 2019, de eprints: <http://eprints.uanl.mx/421/1/1020118272.PDF>
- Maricela, Q. C. (2015). *Reparacion de los carenajes del helicóptero Gazelle SA 342L, utilizando materiales compuestos en el taller de estructuras del Centro de Mantenimiento de Aviacion del Ejercito*. Latacunga: Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE.
- MI-171. (1995). *Maintenance Manual*. Recuperado el 16 de Julio de 2019

- ocupacional, C. c. (27 de 11 de 1997). *Centro Canadiense de seguridad y salud ocupacional*. Recuperado el 05 de Enero de 2020, de Centro Canadiense de seguridad y salud ocupacional: <http://www.ccsso.ca/oshanswers/ergonomics/push1.html>
- RDAC, 1. (2 de AGOSTO de 2019). *AVIACION CIVIL.GOB.EC*. Recuperado el 19 de Diciembre de 2019, de <https://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/08/8-RDAC-145-Nueva-Edicio%CC%81n-Enmienda-4-02-ago-2019.pdf>
- Soldexa. (s.f.). Conceptos generales de soldadura. *Manual de soldadura y catalogo de productos*, 17. Recuperado el 09 de Diciembre de 2019
- Solid, W. (2018). *help.solidworks.com*. Recuperado el 10 de Enero de 2020, de http://help.solidworks.com/2018/spanish/SolidWorks/cworks/c_Linear_Static_Analysis.htm

ANEXOS



CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

CERTIFICACIÓN

Se certifica que la presente monografía fue desarrollada por el señor CALDERÓN PATIÑO FABIAN IGNACIO

En la ciudad de Latacunga a los 29 días de Enero del 2020.

Aprobado por:


Tigo. Paul Rogelio Arcos Castillo
DIRECTOR DEL PROYECTO


Ing. Rodrigo Bautista
DIRECTOR DE CARRERA


Abg. Sarita Plaza
SECRETARIA ACADÉMICA

