



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**Inspección el conjunto de rueda del tren de aterrizaje principal de la aeronave
CASA CN-212-400 mediante el cumplimiento de la tarea de mantenimiento 32-41-01,
perteneciente al Grupo de Aviación del Ejército N° 44 “Pastaza”.**

Ríos Gunsha, Klever Giovanni

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología Mecánica Aeronáutica Mención Aviones

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

Mención Aviones

Tlgo. Inca Yajamin, Gabriel Sebastian

Latacunga, 15 marzo 2021



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

Certificación

Certifico que el trabajo de titulación **Inspección el conjunto de rueda del tren de aterrizaje principal de la aeronave CASA CN-212-400** mediante el cumplimiento de la **tarea de mantenimiento 32-41-01**, perteneciente al **Grupo de Aviación del Ejército N° 44 "Pastaza"**, fue realizado por el señor **Ríos Gunsha, Klever Giovanny** el cual ha sido revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga 10, de marzo 2021



Firmado digitalmente por:
**GABRIEL
SEBASTIAN INCA
YAJAMIN**

TLGO. INCA YAJAMÍN, GABRIEL SEBASTIAN

C.C.: 1722580329


Reporte de verificación

URKUND

Document Information

Analyzed document Monografía Rios Gunsha Klever Giovanni.pdf (D97901539)
Submitted 3/10/2021 10:08:00 PM
Submitted by
Submitter email lgrios@espe.edu.ec
Similarity 0%
Analysis address gsi@ca.espe@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://docplayer.es/18661325-Analisis-estructural-de-fuselaje-y-tren-de-aterizaje... Fetched: 7/24/2020 6:12:06 AM	 1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS TCRN SARMIENTO TCRN CARDENAS 93.doc Document TESIS TCRN SARMIENTO TCRN CARDENAS 93.doc (D87964451) Submitted by: cardenas1974@hotmail.es Receiver: waaf@amirano.espe@analysis.arkund.com	 1



P:\m\al...
**GABRIEL
 SEBASTIAN INCA
 YAJAMIN**

TLGO. INCA YAJAMÍN, GABRIEL SEBASTIAN

C.C.: 1722580329



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

Responsabilidad de auditoría

Yo, **Ríos Gunsha, Klever Giovanny**, con cédula de ciudadanía N° **1804594560**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Inspección del conjunto de rueda del tren de aterrizaje principal de la aeronave CASA CN-212-400 mediante el cumplimiento de la tarea de mantenimiento 32-41-01, perteneciente al Grupo de Aviación del Ejército N° 44 “Pastaza”** 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 10, de marzo 2021

RIOS GUNSHA, KLEVER GIOVANNY

C.C.: 1804594560



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

Autorización de publicación

Yo, **Ríos Gunsha, Klever Giovanni**, con cédula de ciudadanía N° **1804594560**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía **Inspección el conjunto de rueda del tren de aterrizaje principal de la aeronave CASA CN-212-400 mediante el cumplimiento de la tarea de mantenimiento 32-41-01, perteneciente al Grupo de Aviación del Ejército N° 44 “Pastaza”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga 10, de marzo 2021

A handwritten signature in blue ink is written over a horizontal line. The signature is stylized and appears to read 'Ríos Gunsha, Klever Giovanni'.

RIOS GUNSHA, KLEVER GIOVANNY

C.C.: 1804594560

Dedicatoria

La presente monografía está dedicado primeramente a Dios y a la Virgen Santísima por ser luz y guía en mi vida brindándome vida, salud, fortaleza, fe y esperanza día a día hasta alcanzar una meta más en vida profesional, a mi amada esposa Sonia Pilar ya que con su amor y apoyo incondicional me acompañó en buenos y malos momentos eres única e incomparable, a mis padres Luis Alberto y María Mercedes quienes inculcaron en mí el trabajo, esfuerzo y perseverancia para alcanzar los sueños que nos proponemos, a mis hermanos especialmente a ti Oscar de quienes aprendí y fui su ejemplo a seguir, gracias a toda mi familia que con sus consejos y palabras de aliento siempre estuvieron presentes impulsándome a no detenerme gracias por su comprensión no hubo momento que esté solo en esta hermosa travesía, este hermoso sueño ahora convertido realidad gracias familia este triunfo va dedicado a todos ustedes, finalmente a mis ángeles siempre los recordare esto también fue parte de su corta existencia y siempre serán los seres que acompañan mi camino.

RÍOS GUNSHA, KLEVER GIOVANNY

Agradecimiento

Agradecido infinitamente con Dios por brindarme la oportunidad de haber llegado tan lejos, gracias señor por la vida, la salud, la fe, por haber disfrutado de los hermosos momentos en esta etapa de mi vida, así como también por haberme dado fuerza de voluntad ante las adversidades que se presentaron no lo hubiese logrado sin tu bendición.

Esposa de mi vida Sonia fuiste, eres y serás el motivo para sonreír y seguir de pie atravesamos por momento difíciles, incomprensibles y hasta inaceptables sin embargo nunca dejamos de soñar y creer en nosotros y quiero agradecerte por acompañarme en todo momento gracias mi amor por tanto y todo.

A mis padres gracias por haberme dado la vida, por los valores inculcados, por haberme dado la mejor profesión, por confiar en este su servidor me faltaría la vida para decirles gracias por su esfuerzo y trabajo no les defraude.

A mis hermanos, y familia me guíe en ustedes y fui su orgullo ser valientes y decididos es nuestra parte común gracias por ayudarme a construir un futuro mejor, así como el de ustedes.

Al Glorioso Ejército Ecuatoriano por haberme dado la oportunidad de prepararme personal y profesionalmente.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, señores docentes especialmente a mi tutor al Sr. Tlgo Gabriel Inca por haberme compartido sus conocimientos y tiempo en la realización del presente proyecto que con su guía, paciencia y predisposición se enmendó errores en la parte teórica y práctica sin lugar a duda un excelente profesional y ser humano.

RIOS GUNSHA, KLEVER GIOVANNY

Tabla de contenidos

Carátula	1
Certificación	2
Reporte de verificación	3
Responsabilidad de auditoría	4
Autorización de publicación	5
Dedicatoria	6
Agradecimiento	7
Tabla de contenidos	8
Índice de figuras	12
Índice de tablas	14
Resumen	15
Abstract	16
Planteamiento del Problema	17
Tema	17
Antecedentes	17
Planteamiento del Problema	21
Justificación e Importancia	23
Objetivos	24
General	24
Específicos	24
Alcance	25

Marco Teórico	26
Reseña Histórica del Grupo de Aviación del Ejército N° 44	
“PASTAZA”	26
Flota de Aeronaves CASA 212-400	29
Aeronave.....	31
<i>Descripción General</i>	<i>31</i>
<i>Datos principales del Avión CASA CN 212-400</i>	<i>32</i>
Generalidades del Tren de Aterrizaje.....	32
Tipos de Trenes de Aterrizaje.....	33
<i>Trenes de Aterrizaje según la Superficie</i>	<i>34</i>
<i>Tren de Aterrizaje por la posición de Ruedas.....</i>	<i>35</i>
<i>Trenes de aterrizaje de acuerdo a la configuración de la</i>	
<i>articulación</i>	<i>37</i>
<i>Trenes de aterrizaje por la configuración de la suspensión.....</i>	<i>38</i>
<i>Trenes de aterrizaje según el sistema de accionamiento</i>	<i>40</i>
Descripción general del tren de aterrizaje del AVIÓN CASA CN-212-	
400.....	41
Inspecciones Aeronáuticas	43
Tipos de inspecciones de mantenimiento aeronáutico	43
Inspecciones programadas.....	44
<i>Inspecciones no programadas</i>	<i>47</i>
Inspecciones Aplicadas al Conjunto de Ruedas de los Trenes de	
Aterrizaje del Avión CASA C-212-400.....	48
<i>Ensayos por acción de líquidos penetrantes</i>	<i>48</i>

<i>Parámetros para la aplicación de ensayos no destructivos en el conjunto de rueda</i>	50
<i>Procedimiento para una inspección por líquidos penetrantes</i>	51
Programas de mantenimiento del avión CASA CN-212-400	53
Modos de mantenimiento	56
<i>Mantenimiento con tiempo límite</i>	56
<i>Mantenimiento según verificación de estado (On Condition)</i>	57
<i>Mantenimiento con vigilancia de comportamiento</i>	58
<i>Descripción de la herramienta utilizada en la tarea de mantenimiento</i>	58
Desarrollo del Tema.....	60
Antecedentes.....	60
Descripción del Capítulo 32 Tren de Aterrizaje del Avión CASA CN-212-400	61
Rehabilitación del desensamblador de neumático	62
<i>Descripción del desensamblador neumático</i>	64
<i>Materiales utilizados en la rehabilitación de la herramienta</i>	65
Procedimiento llevado a cabo para el ensamblaje de la herramienta.	66
<i>Elaboración de la estructura central.</i>	67
<i>Colocación de soportes laterales e inferiores</i>	67
Implementación del actuador hidráulico generador de presión.....	68
<i>Aplicación del recubrimiento orgánico en la herramienta</i>	69

Inspección del conjunto de rueda del tren de aterrizaje principal del avión CASA CN 212-400 en base a la tarea de mantenimiento 32-41-01.....	71
<i>Operaciones preliminares para el procedimiento de desmontaje..</i>	<i>72</i>
<i>Desmontaje del conjunto de rueda.....</i>	<i>73</i>
<i>Preparación del componente de repuesto.....</i>	<i>75</i>
<i>Preparación para el ensamblaje.</i>	<i>76</i>
<i>Preparación para el montaje.....</i>	<i>78</i>
<i>Montaje del conjunto de rueda.</i>	<i>79</i>
<i>Operaciones finales.....</i>	<i>80</i>
Conclusiones y Recomendaciones	81
Conclusiones.....	81
Recomendaciones.....	82
Bibliografía	83
Glosario	85
Abreviaturas.....	88
Anexos.....	89

Índice de figuras

Figura 1. <i>Flota de aeronaves pertenecientes al grupo aéreo N° 44 “Pastaza”.</i>	29
Figura 2. <i>Versiones del avión CASA 212-400 y sus diferentes modificaciones.</i>	30
Figura 3. <i>Segunda aeronave tipo CASA 212-400 lista para su traslado a Ecuador.</i> 31	
Figura 4. <i>Características generales del avión CASA 212-400.</i>	32
Figura 5. <i>Tipos de trenes de aterrizaje.</i>	34
Figura 6. <i>Trenes de aterrizaje según la superficie de aterrizaje.</i>	35
Figura 7. <i>Clasificación de los trenes de aterrizaje por posición de ruedas.</i>	36
Figura 8. <i>Trenes de aterrizaje clasificados según la posición de las ruedas.</i>	37
Figura 9. <i>Trenes de aterrizaje de acuerdo a la configuración de su articulación.</i>	38
Figura 10. <i>Trenes de aterrizaje de acuerdo a la configuración de suspensión.</i>	39
Figura 11. <i>Trenes de aterrizaje según su sistema de accionamiento.</i>	40
Figura 12. <i>Tren de aterrizaje del avión CASA 212-400.</i>	41
Figura 13. <i>Componentes del tren de aterrizaje del Avión CASA 212-400.</i>	42
Figura 14. <i>Tipos de inspecciones aeronáuticas.</i>	44
Figura 15. <i>Detalles de las inspecciones diarias en las aeronaves.</i>	45
Figura 16. <i>Especificaciones de las inspecciones complementarias.</i>	45
Figura 17. <i>Detalles de las inspecciones periódicas.</i>	46
Figura 18. <i>Rueda del tren de aterrizaje de nariz del avión CASA CN212-400.</i>	49
Figura 19. <i>Parámetros a seguirse para un ensayo por líquidos penetrantes.</i>	51
Figura 20. <i>Procedimientos en la aplicación del ensayo por líquidos penetrantes.</i> ... 52	
Figura 21. <i>Componentes del tren principal para inspección por ensayos no destructivos utilizando líquidos penetrantes.</i>	53
Figura 22. <i>Intervalos de mantenimiento del avión CASA 212-400.</i>	54
Figura 23. <i>Programa de mantenimiento del avión CASA CN-212-400.</i>	55
Figura 24. <i>Mantenimientos con tiempos límites en los elementos aeronáuticos.</i>	57
Figura 25. <i>Mantenimiento por verificación de estado.</i>	57
Figura 26. <i>Criterios para el mantenimiento con vigilancia de comportamiento.</i>	58

Figura 27. <i>Herramienta de desensamblaje en estado de deterioro.</i>	60
Figura 28. <i>Utilización del desensamblador de neumático de forma incorrecta.</i>	61
Figura 29. <i>Diseño estructural en software de simulación SOLIDWORKS.</i>	63
Figura 30. <i>Elementos del tren de aterrizaje para ser inspeccionados.</i>	65
Figura 31. <i>Elaboración de la estructura central de la herramienta.</i>	67
Figura 32. <i>Colocación de refuerzos estructurales.</i>	68
Figura 33. <i>Acondicionamiento del gato hidráulico y la base móvil.</i>	69
Figura 34. <i>Aplicación de recubrimiento orgánico.</i>	70
Figura 35. <i>Herramienta desensamblador neumático finalizada.</i>	71
Figura 36. <i>Colocación del avión en gatos.</i>	73
Figura 37. <i>Remoción del pasador de aletas.</i>	73
Figura 38. <i>Retiro de la rueda del eje del tren de aterrizaje.</i>	74
Figura 39. <i>Conjunto de rueda montado sobre el desensamblador de neumático.</i>	75
Figura 40. <i>Verificación del packing del aro y reemplazo del elemento.</i>	76
Figura 41. <i>Colocación de los pernos de unión del aro del conjunto de rueda.</i>	77
Figura 42. <i>Equipo de inflado de neumáticos con manómetros de verificación.</i>	78
Figura 43. <i>Revisión del eje y cojinetes para el montaje de la rueda.</i>	78
Figura 44. <i>Colocación de la rueda sobre el eje del tren de aterrizaje principal.</i>	79
Figura 45. <i>Colocación de la tuerca de sujeción de rueda y pasador de seguridad.</i> ..	80
Figura 46. <i>Avión CASA CN-212-400 previo a vuelo de comprobación.</i>	80

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Características principales de los ensayos por líquidos penetrantes.</i>	50
Tabla 2. <i>Situación de ruedas del tren de aterrizaje del avión CASA CN-212-400... 62</i>	62
Tabla 3. <i>Materiales con especificaciones que conforman la herramienta.</i>	66
Tabla 4. <i>Material de refuerzo para la estructura central de la herramienta.</i>	67
Tabla 5. <i>Especificaciones de las dimensiones ajustables del actuador hidráulico. ..</i>	68
Tabla 6. <i>Materiales para realizar la inspección.....</i>	72
Tabla 7. <i>Presiones para el llenado de nitrógeno en los neumáticos.</i>	77

Resumen

El área de mantenimiento aeronáutico del Grupo de Aviación de Ejército N° 44 "PASTAZA", realiza las operaciones de mantenimiento preventivo, correctivo y restaurativo a la flota de aeronaves de ala fija, trabajo realizado por personal técnico altamente capacitado con equipos y herramientas acorde a la documentación proporcionada por cada una de las casas fabricantes de las aeronaves. El presente proyecto de titulación se basó en la inspección del conjunto de rueda del tren de aterrizaje principal de la aeronave CASA CN 212-400, mediante el cumplimiento de la tarea de mantenimiento 32-41-01 extraída del manual de la aeronave, así como también se recopiló información tomada de varios libros y documentos aeronáuticos que aportaron datos técnicos necesarios para llegar a cumplir con la estructura propuesta para el presente proyecto en el cual señala la utilización de una herramienta especial que esté en condiciones óptimas para desensamblar el neumático de la rueda de la aeronave, como parte del proyecto de titulación se analizó la rehabilitación de la herramienta especial con la finalidad de ejecutar los procedimientos de mantenimiento de forma segura y técnica, que dio lugar a realizar la inspección con las herramientas y equipos adecuados en el cual se desmontó el conjunto de rueda para su respectivo análisis de los elementos que conforman el aro y la rueda para posteriormente realizar el montaje con elementos con un nuevo potencial de rendimiento finalmente se llevó a cabo la comprobación de la herramienta que dio como resultado un proceso factible, seguro y sobre todo de forma técnica el mismo que aportará a los procesos de mantenimiento en las instalaciones del Grupo Aéreo N° 44 "PASTAZA".

Palabras Claves:

- **CONJUNTO DE RUEDA**
- **ACTUADOR HIDRÁULICO**
- **AERONAVEGABILIDAD**

Abstract

The aeronautical maintenance area of the Army Aviation Group N° 44 "PASTAZA", performs preventive, corrective and restorative maintenance operations to the fleet of fixed-wing aircraft, work performed by highly trained technical personnel with equipment and tools according to the documentation provided by each of the aircraft manufacturers. The present degree project was based on the inspection of the main landing gear wheel assembly of the CASA CN 212-400 aircraft, through the fulfillment of the maintenance task 32-41-01 extracted from the aircraft manual, information was also compiled from various books and aeronautical documents that provided the technical data necessary to comply with the proposed structure for this project, which indicates the use of a special tool that is in optimal conditions to disassemble the tire from the aircraft wheel, as part of the degree project, the rehabilitation of the special tool was analyzed in order to perform maintenance procedures in a safe and technical manner, which led to the inspection with the appropriate tools and equipment in which the wheel assembly was disassembled for their respective analysis of the elements that make up the rim and the wheel to subsequently perform the assembly with elements with a new performance potential, and finally the tool was tested, resulting in a feasible process, The same that will contribute to the maintenance process in the facilities of the Air Group No. 44 "PASTAZA".

Key words:

- **WHEEL ASSEMBLY**
- **HYDRAULIC ACTUATOR**
- **AIRWORTHINESS**

Capítulo I

1. Planteamiento del Problema

1.1 Tema

Inspección el conjunto de rueda del tren de aterrizaje principal de la aeronave casa cn-212-400 mediante el cumplimiento de la tarea de mantenimiento 32-41-01, perteneciente al grupo de aviación del ejército N° 44 "Pastaza".

1.2 Antecedentes

El Ejército Ecuatoriano como parte de la responsabilidad otorgada por el estado Ecuatoriano, está el defender la soberanía territorial brindado seguridad al pueblo Ecuatoriano, mediante la utilización de todos los medios y recursos posibles que permitan el desarrollo de las operaciones militares con el objetivo de llegar a todos los rincones del territorio patrio, con este fin nace la necesidad de implementar recursos aéreos para la Institución que ayuden a cumplir los objetivos de la existencia del Ejército Ecuatoriano y es así que en el año de 1954, se crea la Aviación del Ejército, siendo reconocido como promotor principal el Sr. Capitán de Infantería Colón Grijalva Herdoíza, que con deseos y aspiraciones de ser piloto y una vez finalizado su objetivo de obtener la licencia habilitante, se enfocó en sus ideas visionarias de que el Ejército Ecuatoriano mediante los mandos de ese entonces permitan y apoyen la idea de materializar las ideas de implementar medios aéreos, de acuerdo a la necesidad que se observaba para el personal militar y que permitiera reducir gradualmente los esfuerzos de las largas jornadas de caminata y demás adversidades que se presentaban para llegar a los puntos más recónditos y fronterizos del territorio ecuatoriano.

Precisamente por medio de la necesidad planteada inició el proyecto denominado Alas para la frontera, que como eje principal se fomentaría en la creación de una unidad militar de Aviación para los soldados del Aire, y es así que

nace el recordado Servicio Aéreo del Ejército (S.A.E), con la incorporación de aeronaves como: Piper Tripacer, Taylor Craft y Piper PA-18-150.

El Servicio Aéreo del Ejército nace con la finalidad de llegar a los lugares más distantes de la población, donde el acceso por vía terrestre era casi imposible y demandaba de varios días y largas jornadas de caminata por senderos y lugares de difícil acceso a los sitios en los cuales desempeñaban los soldados Ecuatorianos con la misión primordial de salvaguardar la soberanía Nacional, observar llegar un aeronave llenaba de esperanza no solo al personal militar, el desarrollo y la esperanza de mejorar las condiciones de vida de las poblaciones y comunidades de la Amazonía Ecuatoriana se cristalizaban al aterrizar y despegar un aeronave. Es así como con altos y bajos, experiencias con aciertos y fracasos envueltos en situaciones de alegría y tristeza, muchas veces viéndose en peligro de desvanecer este proyecto tan anhelado e importante el Servicio Aéreo del Ejército continuó pese a las adversidades que se presentaron en la historia bien marcada por los promotores de este proyecto.

El 12 de febrero de 1961, se marcaría la fecha de inicio de operaciones aéreas en la región Oriental, el (S.A.E), extendería sus alas al servicio mediante la implementación de una escuadra de aviones conformados por las aeronaves PIPPER, con capacidad de decolar en la costa ecuatoriana, atravesar la imponente cordillera y nevados para finalmente aterrizar en suelo Amazónico, para proporcionar apoyo a las unidades militares, comunidades indígenas y compañías petroleras. (Yeroví, 1986).

En el año 2005 se adquieren aviones tipo CASA CN-212-400, que básicamente aportarían a solucionar los aspectos logísticos y administrativos de las unidades militares, por otra parte, también serían aeronaves destinadas al entrenamiento y operación militar para el lanzamiento de paracaidistas y vigilancia del territorio nacional. (ECUATORIANO, 2019).

Las aeronaves CASA CN-212, desde ese entonces son el símbolo de la Aviación Militar, en la Amazonía ecuatoriana ya que son aeronaves con un diseño bimotor, carguero de pequeño tonelaje con características especiales de ser STOL (Short Take-Off and Landing), es decir una aeronave diseñada para despegar y aterrizar en pistas no preparadas de corta longitud, sencillez en el mantenimiento y capacidad de operación en cualquier condición meteorológica.

Posee requerimientos técnicos adecuados en capacidad y espacio para el transporte de personal y abastecimiento a las unidades militares, la factibilidad que presta el diseño de la aeronave mediante los accesos de carga y descarga que permiten efectuar un sin número de operaciones aéreas principalmente la del entrenamiento militar para el lanzamiento de paracaidistas y el transporte de abastecimientos como apoyo a las unidades militares y poblaciones amazónicas del territorio ecuatoriano. (Aire, 2020)

El desarrollo tecnológico avanza aceleradamente y es así que mediante el análisis a los try la necesidad de seguir avanzado con la generación de nuevas metodologías en el mantenimiento que en la actualidad se requieren con la finalidad de mejorar los procesos de mantenimiento, de esta manera se aseguran las operaciones de vuelo, preservando las condiciones de aeronavegabilidad, manteniendo las normas de seguridad para el personal técnico, lo cual permite optimizar el recurso más importante en una organización, el cual es el recurso humano y los recursos otorgados en este caso al Grupo de Aviación del Ejército N° 44 "PASTAZA".

Según (Mesa, 2014) el tren de aterrizaje de una aeronave aparte de amortiguar el aterrizaje permite el traslado de una aeronave de forma segura en tierra, este debe ser lo suficientemente resistente para poder movilizar el avión con facilidad, el peso total del avión se distribuyen sobre las ruedas principales de la aeronave, el número de ruedas, velocidad vertical de aterrizaje, dimensiones y

presión de las rueda son factores influyentes que amortiguan el choque con tierra y así evitar daños en la estructura del avión por las fuerzas expuestas.

El conjunto de rueda del tren principal de aterrizaje está conformado por la rueda principal que está provista de un neumático de baja presión, de 10 capas, sin cámara adicional va incorporado el conjunto de frenos que consisten en frenos de disco de actuación hidráulica, las ruedas del tren principal son fabricadas de aleación de aluminio forjada, son del tipo de rueda partida, es decir consta de dos semi ruedas unidas entre sí por medio de tornillos. (MILITARY, 2011)

Las ruedas del tren principal de aterrizaje están provistas con neumáticos Goodyear de baja presión de 10 capas, en las versiones 400 de las aeronaves CASA 212, hay la opción de instalar neumáticos con y sin cámara, al contar con neumáticos sin cámara la investigación para la inspección del conjunto de ruedas se basará en el tipo de neumáticos sin cámara que generalmente dispone de características de mayor versatilidad para diferentes tipos de pistas, genera más amortiguación y ayuda a reducir el estrés a medida que el neumático se somete a esfuerzos de compresión.

Para ello se requiere la implementación de nuevas alternativas acorde a las necesidades que se van presentando en los hangares de mantenimiento con el fin de alargar la aeronavegabilidad de las aeronaves y componentes de las aeronaves efectuando las tareas de mantenimiento de forma segura conservando las características y propiedades de cada componente, cumpliendo las tareas de mantenimiento acorde a las exigencias que cada componente requiera a fin de satisfacer los estándares de control de calidad necesarios para aprobar la aeronavegabilidad de las aeronaves, así como también garantizando que dichas actividades se realizarán precautelando la integridad del personal técnico aeronáutico.

1.3 Planteamiento del Problema

Al existir la necesidad de contar con medios aéreos logísticos para el personal militar y como parte de apoyo para las comunidades indígenas de la Amazonia Ecuatoriana, los mandos de forma acertada proporcionaron el apoyo a un grupo de mentores que con ideas visionarias de surcar el espacio aéreo ecuatoriano tenían como objetivo crear una unidad militar aérea independiente, capaz de sostener las necesidades de transporte, llegar con esperanza a lugares inhóspitos de difícil accesos terrestre y de esta manera que los soldados ecuatorianos se desempeñen de mejor forma, cumplan a cabalidad la sagrada tarea de defender el suelo patrio y sobre todo el impulsar el desarrollo de los habitantes olvidados en poblaciones y comunidades donde su acceso era posible solamente por vía aérea, demandaría de varios años para finalmente un 21 de febrero de 1961 se estableciera como unidad militar el Servicio Aéreo del Ejército, conocido hoy en día el Grupo Aéreo N° 44 "Pastaza", que mediante el personal de tripulaciones y técnicos de mantenimiento cumplen la importante tarea de proteger y conllevar el desarrollo al pueblo amazónico, cumpliendo tareas de transporte de ciudadanos, evacuaciones aero médicas, transporte a organizaciones y servidores gubernamentales y el complemento con las operaciones para las demás unidades militares en las distintas jurisdicciones de la Amazonía Ecuatoriana.

Es así que con el transcurso del tiempo en base a los avances técnicos y tecnológicos que van de la mano con la preparación y conocimiento del personal técnico de mantenimiento esta unidad militar enfoca su prioridad en la seguridad en todas las operaciones aéreas, por tal motivo el grupo de Aviación del Ejército Ecuatoriano N° 44 "PASTAZA", en el cual operan las aeronaves CASA CN-212-400, donde paralelamente se realizan los diferentes trabajos de mantenimiento, inspecciones y reparaciones de este y otros tipos de aeronaves pertenecientes al Grupo Aéreo, resalta la necesidad de actualizar los procedimientos en las diversas actividades relacionadas al mantenimiento de mencionadas aeronaves y esto se

lleva a cabo con las respectivas actualizaciones de las casas fabricantes que periódicamente emiten en los paquetes de actualización que la Brigada de Aviación del Ejército adquiere por periodos de tiempo, para cumplir los parámetros de seguridad operacional se detectó el riesgo latente de afectar considerablemente al elemento mecánico del tren principal así como también de existir el peligro de afectar la integridad del personal técnico de mantenimiento al realizar un análisis sobre los procedimientos que se ejecutan durante la inspección por estado y condiciones de los neumáticos del tren de aterrizaje principal de las Aeronaves CASA CN-212-400, y no contar con la herramienta adecuada por el desgaste al cual ha sido sometida y al poco mantenimiento provisto a la herramienta de desensamblaje del neumático, es por ello que se determina la necesidad de rehabilitar esta herramienta principalmente para precautelar la seguridad operacional y precautelar el elemento del conjunto de rueda y la seguridad al personal de mantenimiento.

Al momento que se están realizando las inspecciones detalladas en los datos técnicos, el grupo de Aviación del Ejército no cuenta con herramientas adecuadas para realizar correctamente la inspección del conjunto de ruedas del tren principal de la aeronave CASA CN-212-400, de acuerdo a los procedimientos indicados en la carta de trabajo 32-41-01 debido al desgaste que estas han sido sometidas así como también por la falta de mantenimiento que son necesarios para mantener su vida útil ya que al ser herramientas que sobrepasan la década de servicio están deterioradas y no cumplen la función para las cuales fueron diseñadas lo cual provocaría inicialmente el daño en el conjunto de rueda del tren principal, afectando considerablemente a la rueda y al neumático que afectaría significativamente el diseño y textura lo que implicaría perder el neumático, deformaciones en la rueda, y alteraciones en las dimensiones donde se acopla la rueda y el neumático.

Resultará incómodo y nada técnico trabajar sin las herramientas especiales que se requieren para el efecto, ya que dará como resultado un trabajo ineficiente, inseguro por la complejidad e importancia que implica el cuidado y manejo del conjunto de rueda en relación a los elementos que los compone y la función en una operación aérea la cual pondría en riesgo la aeronave y las personas ya que el tren de aterrizaje soporta grandes esfuerzos en las etapas más críticas de vuelo como son el despegue y aterrizaje siendo necesario mantener óptimas condiciones de aeronavegabilidad para soportar todo el esfuerzo de la aeronave durante estas etapas, así como también se verá comprometido considerablemente el mantenimiento en tierra para el personal de técnicos existiendo un condiciones de riesgo para ejecutar la inspección del conjunto de rueda del tren de aterrizaje principal.

1.4 Justificación e Importancia

En la actualidad los desarrollos técnicos y la modernización en los sistemas de las aeronaves obliga al personal de técnicos a implementar mejoras en los procedimientos para desarrollar las actividades de mantenimiento, así como también resulta necesario cambiar las prácticas de mantenimiento empírico ya que no se enfoca al aspecto relacionado con la aeronavegabilidad.

El habilitar una herramienta especial que permita realizar la inspección del conjunto de rueda del tren principal de la aeronave CASA CN-212-400, a más de proporcionar total seguridad en las operaciones de mantenimiento aportará como medio para optimizar y acortar los periodos de tiempo precautelando la integridad del personal de técnicos, conservando los elementos del conjunto de rueda y priorizando el tema de seguridad ocupacional y operacional que demanda tanto la autoridad e industria aeronáutica.

Disponer de esta herramienta en el Grupo de Aviación del Ejército N° 44 "PASTAZA", permitirá optimizar los trabajos relacionados a los conjuntos de ruedas, misma herramienta podrá utilizarse en las diferentes aeronaves de ala fija que

dispone el Grupo Aéreo, de esta manera contribuya para seguir completando la capacidad y equipamiento operativo, de igual forma posibilitará la manipulación de forma segura del conjunto de ruedas para ejecutar las tareas de mantenimiento de esta unidad aérea del Ejército Ecuatoriano y manteniendo en condiciones de aeronavegabilidad las aeronaves.

1.5 Objetivos

1.5.1 General

- Inspeccionar el conjunto de rueda del tren de aterrizaje principal de la aeronave CASA CN-212-400 mediante el cumplimiento de la tarea de mantenimiento 32-41-01, perteneciente al Grupo de Aviación del Ejército N° 44 "PASTAZA".

1.5.2 Específicos

- Recopilar la información necesaria acerca del sistema del tren de aterrizaje y conjunto de ruedas del tren principal de la aeronave CASA CN-212-400, que proporcione datos específicos para el cumplimiento de los requerimientos técnicos.
- Habilitar la herramienta especial desensamblador de neumático, que permita la realización de las tareas de mantenimiento de comprobación ON CONDITION, del conjunto de ruedas y neumáticos del tren principal de la aeronave CASA CN-212-400.
- Ejecutar la comprobación de la herramienta basado en la tarea de mantenimiento correspondiente, tomando en cuenta las debidas normas de seguridad mediante el cumplimiento de los datos técnicos.

1.6 Alcance

Obtener el mayor porcentaje de seguridad operacional en el mantenimiento y verificación de los conjuntos de ruedas del tren principal del Aeronave CASA CN-212-400, tiene como objeto el presente proyecto, habilitar una herramienta capaz de reducir considerablemente el esfuerzo humano y los riesgos que implica este tipo de mantenimiento que está directamente dirigido al uso y empleo por parte del personal técnico profesional y así repotenciar la organización de mantenimiento en el Grupo de Aviación del Ejército N° 44 "PASTAZA".

Mediante la rehabilitación de esta herramienta especial, no solamente reducirá los tiempos de ejecución de las verificaciones en la sección de transporte CASA CN-212-400, si no también podrá extenderse para ser empleada en las diferentes aeronaves pertenecientes al Grupo Aéreo de acuerdo a los datos técnicos, mejorando notablemente las condiciones técnicas para la ejecución de esta tarea de mantenimiento.

CAPÍTULO II

2. Marco Teórico

2.1 Reseña Histórica del Grupo de Aviación del Ejército N° 44 “PASTAZA”

Según (Dto de Doctrina, 2011) El grupo aéreo N° 44 “PASTAZA”, representa la idea innata del proyecto denominado alas para la frontera, desde los inicios de la Aviación del Ejército ecuatoriano por los años 1954 mediante el ímpetu y entusiasmo de su promotor Capitán de Infantería Colon Grijalva Herdoíza, quien con ideas innovadoras propuso al Comando del Ejército de aquel entonces implementar el apoyo aéreo que se requería para el personal militar que operaba en lugares en los cuales el acceso se lo realizaba mediante largas jornadas de caminatas y por senderos que se abrían en la espesa vegetación del oriente ecuatoriano.

Mediante el apoyo proporcionado por las damas de la aristocracia guayaquileña este proyecto obtuvo mediante donación las primeras aeronaves tipo avioneta monomotor y de esta forma se creaba el Servicio Aéreo del Ejército (SAE), que sería reforzado por dotaciones de aeronaves PIPER Tripacer, Taylor Craft y Piper PA-18-150, aeronaves que conformaron el glorioso servicio aéreo y que fue el inicio de la Aviación del Ejército Ecuatoriano.

En 1960 ya con el SAE estructurado para operar en las divisiones del ORO, GUAYAS y LOJA, observaron la necesidad de extender sus alas en operaciones aéreas para la región oriental, sin embargo, debido a las características geográficas se requería de dotarse con aeronaves capaces de atravesar la cordillera y se pretendía adquirir aeronaves tipo monomotor CESSNA L-19 versión militar, en este contexto el proyecto no llegó a concretarse y se adquirieron aeronaves PIPER, de los cuales uno era bimotor AZTEC y cinco aeronaves tipo comanche monomotor con características de ser ala baja y con tren de aterrizaje retráctil.(Dto de Doctrina, 2011)

Una vez presentado los informes técnicos y financieros el Comando del Ejército viabilizó el reentrenamiento del I primer curso de pilotos en las aeronaves

que llegaron como parte de dotación para la fuerza, formaron una escuadra de aviones con la finalidad de cruzar la geografía ecuatoriana, siendo así el 12 de febrero de 1961, el Servicio Aéreo del Ejército (SAE) operaba por primera vez sobre la zona oriental del territorio ecuatoriano, sin embargo en este mismo año fallecería el 24 de septiembre, el promotor de este sueño sufría un accidente aéreo en la localidad de Portoviejo a 5 minutos de decolar del aeropuerto dejando su legado y los proyectos por continuar.

La base Pastaza en aquel tiempo así denominada continuaba con las operaciones de vuelo suministrando apoyo a las unidades y destacamentos militares de esta región, no obstante, en abril de 1962 una nueva tragedia enluta al SAE, motivo por el cual se suspenden las operaciones aéreas y se entregan a la Fuerza Aérea los aviones tipo PIPPER comanche con el objetivo de replantear una nueva planificación algo que nunca sucedió.

Deberían pasar dos años para que en base a la necesidad de contar con medios aéreos el SAE se reestructure nuevamente es así que en diciembre de 1964 se reincorpora la atención a las unidades del ejército que cumplían sus misiones en la zona oriental adquiriendo avionetas tipo CESSNA 185, que serían de características con mayor capacidad para pasajeros y carga para esto sería necesario que los pilotos ecuatorianos Capt. Edison Torres y Tnte. German Apolo viajen hasta Kansas Estados Unidos para posteriormente entrenar a los pilotos del II Curso de Aviones y así reiniciar las operaciones de vuelo en esta región del Ecuador.

Posteriormente la flota de aeronaves para esta región se reforzaría con la compra de aviones tipo Stall, el SAE adquirió en 1971 un avión turbohélice SKYVAN y dos avionetas Heli-Porter, que aportarían considerablemente a las operaciones en esta región debido al diseño de las aeronaves para el tipo de pistas y condiciones que presenta la región amazónica, siendo importante para avivar el apoyo a las unidades militares asentadas en esta región.

En 1975 el SAE, adquirió aeronaves tipo ARAVA (con armamento), aeronaves que hasta el día de hoy cumplen con operaciones de vuelo, siendo la aeronave emblemática y de mayor referente operacional debido al diseño y configuración aportaría significativamente a la región oriental para el transporte de personal y medios logísticos no solamente a las unidades de todo el país, sino también proporcionando apoyo a las comunidades y operaciones militares para el lanzamiento de paracaidistas en operaciones de contrainsurgencia. (Dto de Doctrina, 2011)

Con el pasar del tiempo y la eficacia en sus operaciones en el año de 1984 por orden del comando la Aviación del Ejército tomaba el nombramiento de unidad operativo con un nivel de organización equivalente a brigada siendo denominada como Brigada de Aviación del Ejército "AMAZONAS", con antecedentes significativamente alentadores la 15 BAE , alcanzó elevados grados de operatividad y la eficiencia en el conflicto del CENEPA , que la catapultó para que de esta forma el 29 de febrero de 1996 por medio de Acuerdo Ministerial publicado en Orden General se dispondría que sea la nueva arma del Ejército Ecuatoriano, de esta forma la organización y estructura de esta organización impulsaría al fortalecimiento y crecimiento de esta noble arma de la Fuerza Terrestre.(Dto de Doctrina, 2011)

En la actualidad el Grupo Aéreo del Ejército N° 44 "PASTAZA", realiza sus operaciones desde el fuerte militar "AMAZONAS", cuenta con una flota de aeronaves de ala fija de transporte liviano y medianos que tienen como responsabilidad el abastecimiento y relevo de las unidades y destacamentos militares en lugares como Taisha, Montalvo y Lorocachi, además del apoyo a las comunidades de la región desplegando sus alas a los lugares más recónditos del suelo patrio ecuatoriano, adicionalmente el grupo aéreo realiza coordinaciones con los organismos estatales que proporcionan ayuda esencialmente con el ministerio de salud y el de inclusión económica y social que brindan apoyo a las comunidades, particularmente en situaciones de evacuaciones aeromédicas.

Figura 1.

Flota de aeronaves pertenecientes al grupo aéreo N° 44 "Pastaza".



Nota: En la presente imagen se muestra la flota completa y operativa del Grupo Aéreo del Ejército N° 44 "PASTAZA".

2.2 Flota de Aeronaves CASA 212-400

La historia se remonta hasta los años 1967 donde se realizaron los primeros estudios con la finalidad de diseñar una aeronave bimotor carguero de capacidad para pequeño tonelaje que principalmente sea de característica STOL que no implique complejidad en el mantenimiento con fáciles accesos que permitan la carga y descarga y finalmente que pueda operar en toda situación meteorológica.

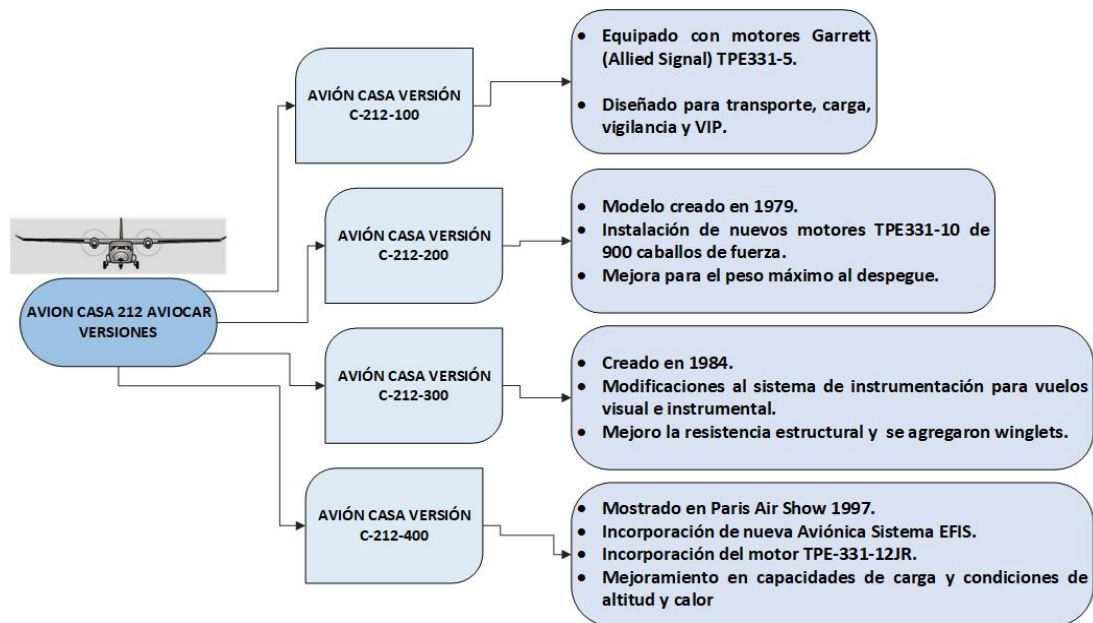
El nacimiento del avión CASA C-212, se efectúa a finales de la década de los años 60, en base a la necesidad por parte del Ejército del Aire Español de requerir de aeronaves capaces de operar en terreno no preparado, es decir en pistas cortas sin pavimentación, que además posea características sin presurización, tren de aterrizaje fijo, de construcción fuerte y capacidad STOL.

El primer vuelo de esta aeronave se ejecutó el 26 de Marzo de 1971, como primer usuario y cliente estaría el Ejército de Aire Español en 1974, la aeronave fue sometida a varias modificaciones y por ende continuamente esta aeronave con la finalidad de mejorar su rendimiento se verían actualizadas y mejoradas notablemente lo que significó que aumenten los destinos y países que optarán por

la compra de estas aeronaves empleadas tanto en el ámbito militar y civil para varios países llegando a ser considerado en C-212 como el mayor éxito de la industria Aeronáutica Española por haber alcanzado más de 483 unidades vendidas en todo el mundo hasta ese entonces y continuar con la producción de este tipo de aeronaves. (Andrés Ramírez, 2007).

Figura 2.

Versiónes del avión CASA 212-400 y sus diferentes modificaciones.



Nota: En la imagen se muestra las diferentes modificaciones que ha tenido el avión casa de su primera versión y los cambios significativos que cada versión los ha implementado. Información tomada de (Andrés Ramírez, 2007)

La flota de aeronaves tipo CASA CN-212-400, se compone de dos aeronaves las cuales iniciaron sus operaciones en el territorio ecuatoriano en primera instancia la Aviación del Ejército Ecuatoriano recibía el primer avión en marzo del 2005, mientras que la segunda aeronave se entregó en enero del 2006, significaría una discreta modernización como parte de los medios de transporte siendo el resultado de un contrato firmado por parte del gobierno ecuatoriano y el consorcio paneuropeo EADS/CASA, las aeronaves fueron trasladadas por vuelo ferry, estas aeronaves

son los números 476 y 477 de su serie que actualmente se encuentran operando en el territorio ecuatoriano. (*Gaceta Aeronáutica - Información Aeronáutica*, s. f.)

Figura 3.

Segunda aeronave tipo CASA 212-400 lista para su traslado a Ecuador.



Nota: En la imagen se muestra la segunda aeronave entregada a Ecuador serie 400 matrícula AEE-302, que fue trasladada en vuelo ferry durante el mes de diciembre del 2005. Tomado de (*Gaceta Aeronáutica - Información Aeronáutica*, s. f.)

2.3 Aeronave

2.3.1 Descripción General

El avión CASA CN-212, fue diseñado con un ala de montaje alto, además posee un fuselaje cuadrado, sistema de tren de aterrizaje tipo triciclo no retráctil, dependiendo de la configuración su capacidad de pasajeros variará entre 21 a 28 pasajeros, al ser de tipo no presurizado se limita a vuelos relativamente bajos, es decir por debajo de los 10,000 pies siendo ideal para trayectos cortos y para aerolíneas regionales.

Esta aeronave cumple misiones de transporte de personal, transporte de carga, búsqueda, rescate y para salto de paracaidistas debido a la presencia de una

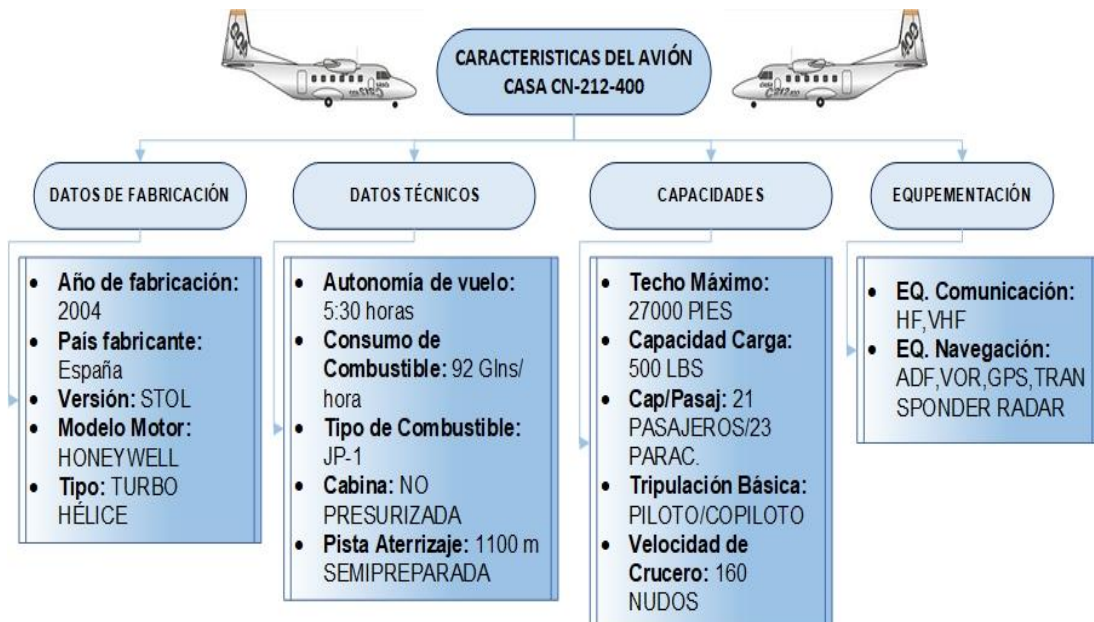
rampa trasera facilita las operaciones aéreas operacionales tácticas que requiere la fuerza terrestre. («Casa 212 - Skydiving Aircraft», 2010)

2.3.2 Datos principales del Avión CASA CN 212-400

La Aviación del Ejército ecuatoriano emplea estas aeronaves en todo el territorio nacional cumpliendo con las operaciones aéreas en las regiones de la amazonia ecuatoriana donde por la configuración del terreno y las pistas improvisadas son aptas para el diseño de esta aeronave.

Figura 4.

Características generales del avión CASA 212-400.



Nota: En la imagen se detalla las características más relevantes de la aeronave CASA- 212, versión 400 que dispone el Grupo de Aviación del Ejército N° 44 “PASTAZA”, información tomada de (MILITARY, AIRBUS, 2011).

2.4 Generalidades del Tren de Aterrizaje

El tren de aterrizaje de una aeronave se considera parte esencial y uno de los sistemas funcionales que más importancia implica en las aeronaves, cumpliendo las funciones de soportar el peso total de la aeronave en tierra, permitir el desplazamiento en la superficie y absorber los impactos durante el aterrizaje, debiendo ser resistente y capaz de proteger la estructura total de la aeronave

mediante el proceso de amortiguación que proporciona este elemento vital de la aeronave.(Mesa, 2014)

Según (Vela et al., 2013) la evolución de los trenes de aterrizaje son considerables debido a los avances en los diseños de las aeronaves los cuales exigen que este sistema de la aeronave implemente requisitos y normas aplicables que aseguren la estructura de la aeronave para absorber la energía cinética vertical que se produce principalmente en la etapa de aterrizaje de una aeronave, sin embargo este sistema es considerado útil cuando la aeronave se desplaza en tierra y está en contacto con la superficie terrestre y ya en el resto de operaciones específicamente en vuelo este sistema y los elementos que lo componen están considerados como peso muerto, para lo cual se innova en diseños que minimicen los factores como peso, diseño aerodinámico y espacio en la aeronave.

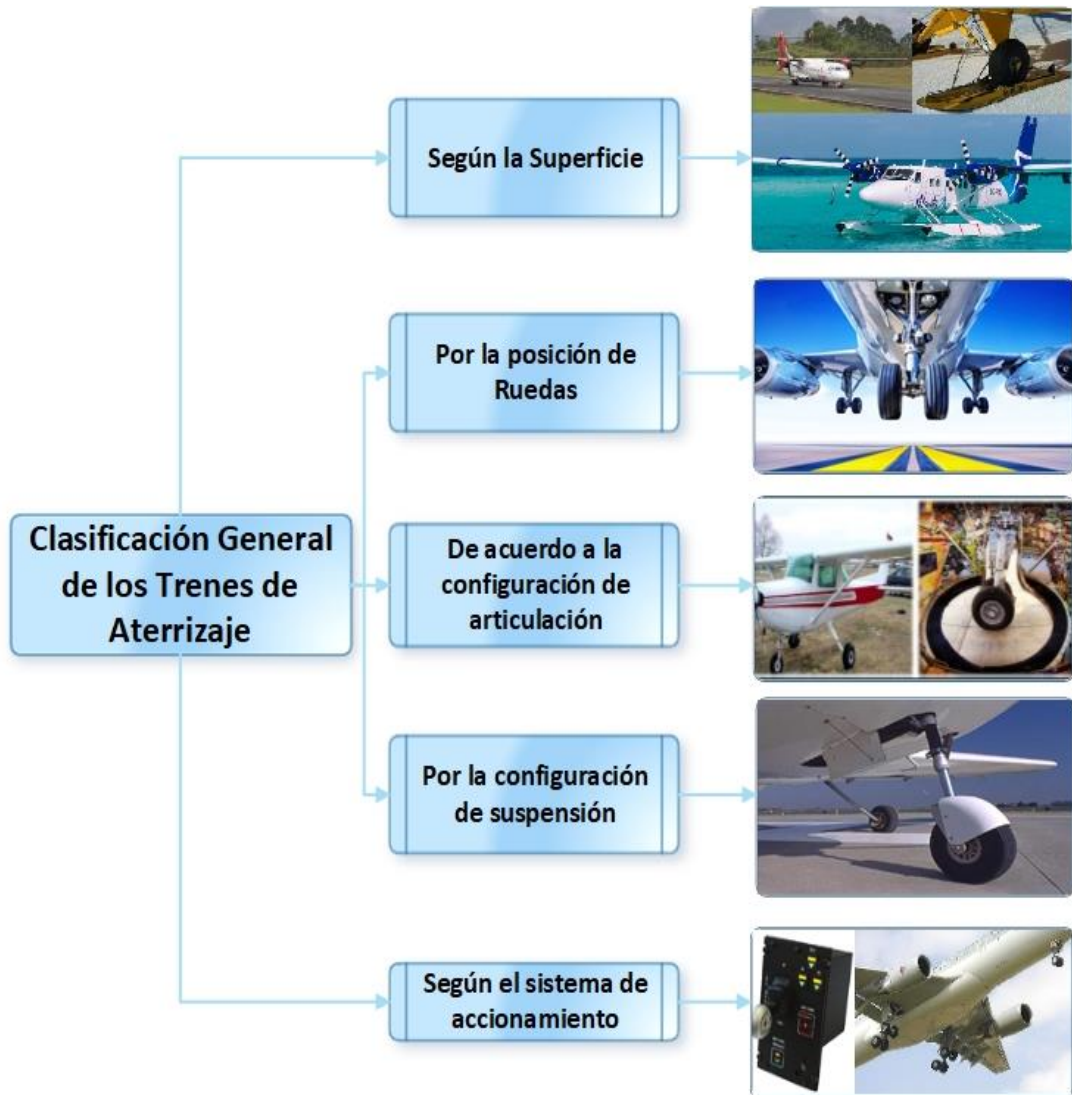
2.5 Tipos de Trenes de Aterrizaje

Según (*10. ATA 32.pdf | Tren de aterrizaje | Avión, s. f.*) los trenes de aterrizaje son un conjunto de elementos compuestos por ruedas, soportes, amortiguadores y más componentes que la aeronave utiliza para aterrizar y poder maniobrar al momento de ponerse en contacto en determinada superficie y en condiciones para las cuales esté diseñada la aeronave es por ello que el sistema de tren de aterrizaje contempla varios tipos dependiendo del diseño de la aeronave y de acuerdo a la funcionalidad de las aeronaves a continuación enlistamos los principales tipos de tren de aterrizaje que se han desarrollado en el campo aeronáutico.

La clasificación presentada a continuación está realizada en base a las características que cada aeronave posee y de acuerdo a las capacidades para las cuales está diseñada, independientemente de la operación los sistemas del conjunto de tren de aterrizaje deberán ser lo suficientemente robustos, facilitando las maniobras de despegue y aterrizaje de forma segura.

Figura 5.

Tipos de trenes de aterrizaje.



Nota: En la imagen se indica la clasificación de los tipos de trenes de aterrizaje.

Tomado de (10. ATA 32.pdf | Tren de aterrizaje | Avión, s. f.)

2.5.1 Trenes de Aterrizaje según la Superficie

La clasificación de los trenes de aterrizaje de acuerdo a la superficie se refiere específicamente a las superficies en las cuales una aeronave puede aterrizar, es decir estas son variables en base a las condiciones del terreno o región es así que se puede contar con superficies terrestres preparadas y no preparadas, de igual forma el aterrizaje se puede dar en el agua y en la nieve para ello cada aeronave en base a la operación en la cual se vaya a emplear se configura el tren de aterrizaje de

tal forma que cumpla con el objetivo primordial que es el precautelar la estructura y componentes de la aeronave de los esfuerzos que se generan durante el aterrizaje así como el desplazamiento cuando no está en vuelo.

Figura 6.

Trenes de aterrizaje según la superficie de aterrizaje.



TREN DE RODADURA

El tren de rodadura conocido también como tren convencional es el tren de aterrizaje más común implementado en las aeronaves esta diseñado para ser utilizado en pistas con superficies duras y consistentes



TREN CON FLOTADORES

Este tipo de tren de aterrizaje están condicionados para realizar operaciones de vuelo de tipo amerizaje, es decir aproximarse en una superficie de agua y su uso es habitual en regiones en las cuales se dispone de un área extensa entre lagos y costas.



TREN CON ESQUÍES

La finalidad de implementar esta configuración de aterrizaje en las aeronaves es permitir que en áreas de nieve o hielo la aeronave pueda tomar contacto y el desplazamiento, reduciendo el efecto de impacto durante el aterrizaje.

Nota: Mediante la imagen se muestra los tipos de trenes de acuerdo a la superficie donde se desenvuelven.

2.5.2 Tren de Aterrizaje por la posición de Ruedas

Corresponde a la clasificación estándar que se realiza a los trenes de aterrizaje de tipología establecida al número de ruedas que contenga el tren de aterrizaje, es por ello conforme al posicionamiento de las ruedas se distribuyen todas las cargas que se producen desde el fuselaje reduciendo gradualmente el desgaste debido a los amortiguadores que cada conjunto de rueda posee, comúnmente se encuentran los siguientes tipos. (Antonio Esteban, 2014)

Figura 7.

Clasificación de los trenes de aterrizaje por posición de ruedas.



Nota: La imagen muestra la clasificación general de la posición de ruedas en las aeronaves.

Dentro de esta clasificación también se desprende más tipos de trenes de aterrizaje, dentro de la siguiente clasificación por la posición de ruedas encontraremos tipos de trenes que están diseñados en base al peso y longitud de las aeronaves, aeronaves que requieren por su gran capacidad y peso un tren de aterrizaje lo suficientemente resistente a esfuerzos durante el despegue y aterrizaje y desplazamientos en tierra.

El número de ruedas y la posición en las cuales estén dispuestas dependen del peso, longitud y tamaño de las aeronaves. Generalmente para aeronaves de tipo comerciales de carga, están diseñadas con la capacidad de absorber todas las cargas provenientes del fuselaje y generalmente se ubican con referencia al centro de gravedad de la aeronave.

Figura 8.

Trenes de aterrizaje clasificados según la posición de las ruedas.



Nota: En la imagen se ilustra la clasificación adicional a los trenes de aterrizaje según la posición de las ruedas aplicado para aeronaves de gran peso y longitud.

2.5.3 Trenes de aterrizaje de acuerdo a la configuración de la articulación

Los trenes de aterrizaje se clasifican de acuerdo a la configuración de la articulación que presente cada aeronave y tenemos dos tipos de trenes estos son trenes fijos y trenes retráctiles, las aeronaves pequeñas normalmente están conformadas por el tren de aterrizaje fijo, mientras que las aeronaves de características de vuelo avanzado requieren de un tren de aterrizaje retráctil a fin de evitar que se generen resistencias aerodinámicas durante el vuelo. (Antonio Esteban, 2014)

Según (Andrade et al. - *DISEÑO DEL LABORATORIO PARA SIMULACIÓN DE ABSORCIÓN.pdf*, s. f.) la utilización de los trenes de aterrizaje en configuración fijo y retráctil están dirigidos en base a relación del tamaño de la aeronave, usualmente el tipo de tren fijo es empleado en aeronaves pequeñas donde no existe gran demanda de eficiencias aerodinámicas, mientras que para aeronaves de gran tamaño se requiere de mayor eficiencia aerodinámica siendo importante alcanzar el rendimiento máximo por tal motivo es necesario que los trenes tengan posibilidad de repliegue y alojamiento del tren en compartimientos diseñados internamente en el fuselaje de la aeronave.

Figura 9.

Trenes de aterrizaje de acuerdo a la configuración de su articulación.



Nota: La imagen establece las características más considerables de los dos tipos generales de la clasificación de trenes de aterrizaje en base a la configuración de su articulación, información tomada de (Valenciano Muela, s. f.)

2.5.4 Trenes de aterrizaje por la configuración de la suspensión

El objetivo primordial del sistema de suspensión aplicados en los trenes de aterrizaje de las aeronaves es el de absorber toda la energía cinética que se produce durante el aterrizaje de una aeronave minimizando gradualmente las cargas

y esfuerzos que se transmiten desde el fuselaje y demás elementos que conforman la misma hasta alcanzar niveles permisibles para el efecto de la operación, así mismo un sistema de suspensión acertado permitirá que la aeronave adopte una marcha controlada y suave al momento de la movilización por la superficie terrestre.

Son varios los sistemas de suspensión para los trenes de aterrizaje que adoptan las aeronaves y que ha medida del tiempo han ido evolucionando para mejorar la eficiencia de las mismas, el diseño dependerá de la configuración de la aeronave, dimensiones, peso y funcionalidad en operaciones de vuelo. (Mesa, 2014)

Figura 10.

Trenes de aterrizaje de acuerdo a la configuración de suspensión.



Nota: Clasificación de los trenes de aterrizaje por elementos de suspensión.

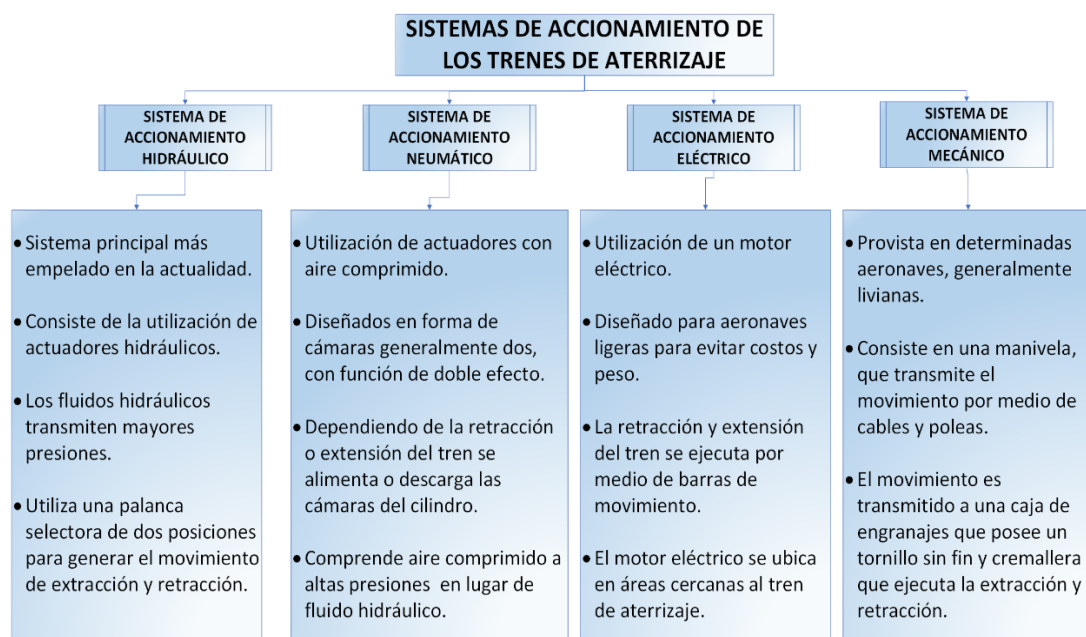
2.5.5 Trenes de aterrizaje según el sistema de accionamiento

Los procesos de extracción y retracción de los trenes de aterrizaje requieren de un control y accionamiento que aseguren la activación de los mismos, es por ello que se han diseñado sistemas de accionamiento que como su nombre lo señalan se emplean para recoger y desplegar los trenes de aterrizaje en las aeronaves que dispongan de trenes retráctiles, están diseñados de forma independiente con sus respectivos sistemas de alerta para indicar si los trenes de aterrizaje en una aeronave se encuentran bloqueados o están en tránsito, es decir funcionando normalmente, en la actualidad las aeronaves cuentan con sistemas digitalizados que indican la operación de los trenes de aterrizaje y mantienen el control de los mismos.

Es necesario mencionar que dos o más sistemas van instalados a un tren de aterrizaje como medio opcional de seguridad en caso de falla de uno de los sistemas el sistema alterno sustituirá la ejecución de la función de retraer o extraer el tren de aterrizaje.

Figura 11.

Trenes de aterrizaje según su sistema de accionamiento.



Nota: Clasificación de los trenes de aterrizaje de acuerdo al sistema de accionamiento.

2.6 Descripción general del tren de aterrizaje del AVIÓN CASA CN-212-400.

El tren de aterrizaje del avión CASA CN-212-400, es fijo de tipo triciclo y está compuesto por dos subconjuntos de tren de aterrizaje principal, situados en la estación 6500 a la izquierda y derecha del fuselaje de la aeronave, y un tren de aterrizaje auxiliar orientable montado en la cara anterior de la cuaderna 4 en la estación 940 del fuselaje del morro.(MILITARY, AIRBUS, 2011)

Figura 12.

Tren de aterrizaje del avión CASA 212-400.



Nota: En la imagen se observa que la aeronave está en carreteo en la pista para el despegue mediante el empleo del tren de aterrizaje que permite el desplazamiento en la superficie. Tomado de (Gaceta Aeronáutica - Información Aeronáutica, s. f.)

El tren de aterrizaje de esta aeronave está conformado por un sistema de suspensión constituido por un amortiguador oleo-neumático de forma telescópico, provisto de un conjunto de rueda que incluye el sistema de frenos de disco con actuadores hidráulicos controlados mediante pedales.

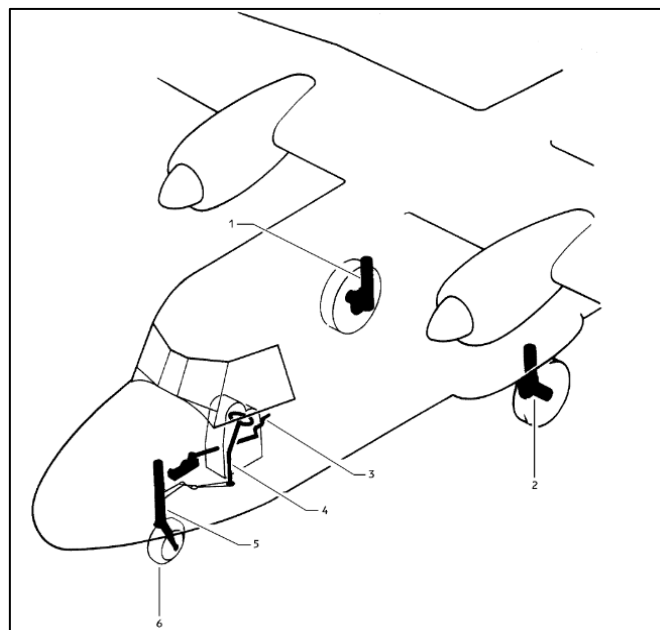
El conjunto de dirección único en el tren de aterrizaje auxiliar de proporciona una capacidad de giro de 45° a cada lado de la posición central del tren de aterrizaje auxiliar, adicionalmente para operaciones de remolque mediante la soltura de pasadores en el conjunto de articulación permite un giro de 360° del tren de aterrizaje auxiliar.

Este sistema de la aeronave adicional al conjunto de ruedas tanto principal y auxiliar incluye una serie de mecanismos adicionales que complementan las diferentes funciones de operación del tren como amortiguadores, frenos y componentes hidráulicos.

1. Subconjunto de pata.
2. Conjunto de rueda y freno.
3. Palanca de freno de aparcamiento y emergencia.
4. Conjunto de dirección.
5. Montante de tren de aterrizaje auxiliar.
6. Conjunto de rueda del morro.

Figura 13.

Componentes del tren de aterrizaje del Avión CASA 212-400.



Nota: La imagen muestra los componentes del tren de aterrizaje. Tomado de (MILITARY, AIRBUS, 2011)

Los conjuntos de rueda principal y auxiliar de la aeronave son del tipo de rueda partida para la aplicación de neumáticos con y sin cámara, las ruedas principales están fabricadas de aleación de aluminio forjada y la rueda de nariz está fabricada de aleación de magnesio fundida.

2.7 Inspecciones Aeronáuticas

Según (Dirección de Doctrina, 2013) dentro de la organización de mantenimiento de la Aviación del Ejército constituye propiamente el mantenimiento de las aeronaves y que a más de direccionarse a la verificación de su funcionalidad, también se enfoca a detectar discrepancias que son corregidas de forma inmediata al ser descubiertas, por lo tanto la palabra inspección en la industria aeronáutica se encuentra estrechamente relacionada con el mantenimiento aeronáutico.

Un proceso de inspección es aquel que está creado con el objetivo de mantener determinada flota de aeronaves en condiciones óptimas de aeronavegabilidad optimizando el recurso humano, costos y periodos de tiempo en cualquiera de las fallas que pudieran presentarse antes, durante y después de las operaciones aéreas, consisten en revisiones que parten de reportes realizados por las tripulaciones de vuelo y de las planificaciones diseñadas en cada organización de mantenimiento.

2.8 Tipos de inspecciones de mantenimiento aeronáutico

Las inspecciones de mantenimiento en las aeronaves de la Aviación del Ejército se enfocan esencialmente a las periodicidades e intervalos en los componentes aeronáuticos tanto de célula o fuselaje, así como también del motor en base a los intervalos de tiempo ya sean estos por horas o tiempo calendario, debiendo ser necesario tomar en cuenta el primer intervalo alcanzado.

Los procesos de inspección aeronáutica están relacionados directamente con el mantenimiento preventivo, asegura la aeronavegabilidad de las aeronaves, conjunto y elementos mecánicos que conforman las mismas, disminuyen considerablemente las fallas que pueden ocasionarse.

Los intervalos de periodos de tiempo son independientes en cada modelo de aeronave, esto dependerá del tipo de aeronave y la función que cumplen, como también en base a los programas de mantenimiento que cada usuario o explotador prevea en sus parámetros de mantenimiento.

Figura 14.

Tipos de inspecciones aeronáuticas.



Nota: La imagen muestra la clasificación de las inspecciones de mantenimiento en la Aviación del Ejército Ecuatoriano, información tomada de (Dirección de Doctrina, 2013).

2.8.1 Inspecciones programadas

Las inspecciones programadas como su nombre lo indica están debidamente planificadas con una fecha de inicio y una fecha de finalización en la cual una aeronave o un elemento de la aeronave será sometido a una inspección minuciosa, este tipo de inspecciones en relación al tiempo pueden ser realizadas en periodos de tiempo cortos, como también pueden desarrollarse en varios días, estas inspecciones generalmente se cumplen en base a una lista de verificaciones por cada tipo de inspecciones, en las cuales se detallan ítems a verificar e inspeccionar una vez finalizada se registrarán las acciones de mantenimiento efectuadas.

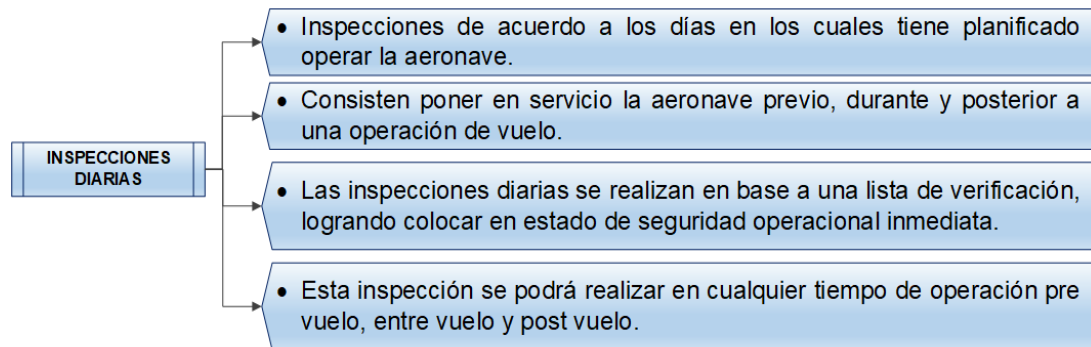
Inspecciones diarias

Son inspecciones que se llevan a cabo a diario, específicamente en los días en los cuales vuela la aeronave, y consisten en una serie de acciones para poner en servicio óptimo de operatividad a la aeronave, generalmente se provee de listas de chequeo que cada aeronave tiene diseñado en base a sus especificaciones y

modelo con el objetivo de no omitir ninguno de los requisitos que se requieren para garantizar la seguridad operacional de la aeronave y todos sus componentes.

Figura 15.

Detalles de las inspecciones diarias en las aeronaves.



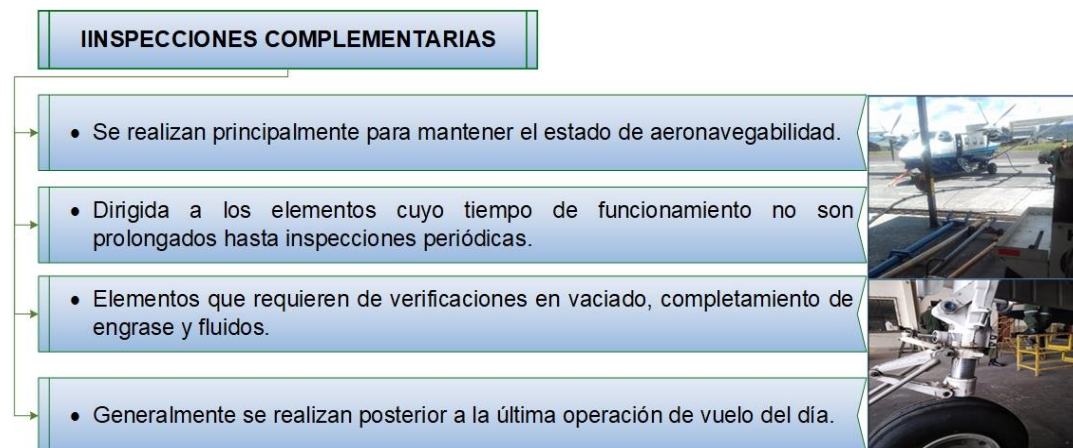
Nota: Inspecciones diarias a las aeronaves. (Dirección de Doctrina, 2013)

Inspecciones complementarias

Son inspecciones que se realizan con la finalidad de complementar las inspecciones diarias, se enfocan en elementos de corta periodicidad, es decir que cuenten con tiempos límites de operación en la aeronave y sus componentes como el consumo de fluidos hidráulicos, aceites y combustibles, este tipo de inspección permite controlar y verificar los niveles permisibles, mediante estas inspecciones se controla aquellos elementos que posean limitaciones o tiempos permisibles.

Figura 16.

Especificaciones de las inspecciones complementarias.



Nota: Acciones de las inspecciones complementarias. (Dirección de Doctrina, 2013)

Inspecciones periódicas

Se aplican a todas las aeronaves dentro de la organización de mantenimiento de la Aviación del Ejército ecuatoriano, contempla la verificación a los accesorios, elementos y componentes aeronáuticos tomando como referencia para la realización de las inspecciones los periodos de tiempo tanto por horas de operación y tiempos calendarios teniendo como propósito otorgar un nuevo potencial de operabilidad así mismo por horas y por tiempo calendario a la aeronave.

Figura 17.

Detalles de las inspecciones periódicas.



Nota: En la gráfica se detallan las especificaciones a cumplirse dentro de las inspecciones periódicas que se realizan a la aeronave. Tomado de (Dirección de Doctrina, 2013)

Inspección mayor

Son inspecciones aplicadas a las aeronaves que han cumplido sus tiempos de operación por horas de vuelo y tiempos calendarios que vienen establecidos desde las casas fabricantes y al ser sometida la aeronave a esta inspección se obtiene una aeronave con potencial similar a su estado inicial original.

2.8.2 Inspecciones no programadas

Las inspecciones no programadas son aquellas que no están establecidas dentro de la planificación de mantenimiento que tiene diseñado una aeronave, se presentan debido a correcciones que requiere determinado componente o elemento y complementan las operaciones de las aeronaves en forma temporal posterior a eventos que alteren la condición normal de operabilidad de la aeronave.

Las inspecciones no programadas al tren de aterrizaje se presentan por aterrizajes violentos, aterrizaje con exceso de peso, ruedas sometidas a la acción prolongada de agua y periodos de inactividad prolongados.

Inspecciones Eventuales o Especiales

Las inspecciones eventuales como su nombre lo señalan son eventos inesperados que se presentan en una aeronave antes o posterior al vuelo, son detectados por medio de fallas que pueden desembocar en incidentes o accidentes, estas fallas o defectos pueden ser de origen de fabrica en los cuales se aplica los boletines de servicio para corregir estos defectos.

Existen factores que pueden incidir para causar estos defectos debiendo considerarse aspectos como condiciones climáticas de humedad, altas temperaturas, ambientes salinos, temperaturas demasiado bajas, esfuerzos e impactos.(Dirección de Doctrina, 2013)

Inspecciones a causa de Incidentes

Según (Dirección de Doctrina, 2013), las aeronaves que presentan discrepancias no definidas con exactitud son aquellas que se encuentran en situación de incidente ya que requieren de un análisis profundo y una constante vigilancia con la finalidad de monitorear posibles efectos y relación con otros elementos, estas discrepancias al no haberse encontrado solución deberán ser informadas al fabricante con la finalidad de obtener la orientación y sugerencias acertadas para corregir ciertas discrepancias.

2.9 Inspecciones Aplicadas al Conjunto de Ruedas de los Trenes de Aterrizaje del Avión CASA C-212-400

El conjunto de rueda de los trenes de aterrizaje principal y de nariz del avión CASA CN-212-400, debido a los esfuerzos que absorbe durante el rodaje en las pistas, despegues y aterrizajes está diseñado con neumáticos sin cámara, es decir poseen un sistema de neumáticos tubulares y fabricado con aleaciones de aluminio forjado, es por ello que el tren de aterrizaje en todo su conjunto requiere de inspecciones y análisis profundos que evidencien la funcionalidad de este elemento importante de la aeronave.

Generalmente a este tipo de elementos se realizan análisis mediante la aplicación de ensayos N.D.I (Ensayos no Destructivos), los cuales permiten conocer las condiciones de los materiales de acuerdo a los factores de medición basados en cualidades y características del material.

Según (Dirección de Doctrina, 2013) los ensayos no destructivos que se aplican en la sección de mantenimiento de la Aviación del Ejército Ecuatoriano permiten identificar la existencia de defectos y faltas de homogeneidad en las aleaciones que componen determinado elemento aeronáutico mediante la obtención de resultados en forma de imagen o representación gráfica del ensayo aplicado, resulta importante aplicar este tipo de ensayos ya que permite inspeccionar los elementos de forma interna.

2.9.1 Ensayos por acción de líquidos penetrantes

El programa recomendado de inspecciones al conjunto de rueda del tren de aterrizaje principal y de nariz del avión CASA CN-212-400, señala que se realizaran inspecciones por ensayos no destructivos aplicando tintes penetrantes a la periodicidad de 600 horas de acuerdo al manual de ensayos no destructivos.

Según (Yáñez & Parraga, 2017) los ensayos no destructivos por medio del empleo de líquidos penetrantes es uno de los métodos más empelados para determinar discontinuidades en los materiales de forma superficial y subsuperficial

que consiste en la aplicación de un líquido de forma directa sobre una superficie y que por medio de los agentes penetrantes permitirá obtener resultados visibles de las discontinuidades.

Figura 18.

Rueda del tren de aterrizaje de nariz del avión CASA CN212-400.



Nota: La imagen muestra la rueda del tren de aterrizaje de nariz previo a la inspección por medio de aplicación de líquidos penetrantes.

Los ensayos utilizando líquidos penetrantes es uno de los menos complejos, no implica la utilización de equipos que conlleven inversión en costos y funcionalidad compleja, no quiere decir que no se trate de forma cuidadosa, es más este tipo de ensayos es uno de los métodos más antiguos, este ensayo posee ventajas y desventajas que lo diferencian del resto de ensayos no destructivos.

En la actualidad los líquidos penetrantes han evolucionado con la finalidad de aumentar la calidad de resultados, sensibilidad en indicación, disminuir tiempos de indicación, utilización en temperaturas variables y generalmente de fácil empleo permitiendo de esta forma evidenciar discontinuidades en la composición superficial de un material mediante la aplicación de los agentes penetrantes que pueden ser aplicados ya sea por inmersión, roseado por spray o pincel.

Tabla 1.

Características principales de los ensayos por líquidos penetrantes.

VENTAJAS	DESVENTAJAS
<ul style="list-style-type: none"> • La aplicación de los líquidos penetrantes resulta simple de manejar y controlar sobre el área a realizar el ensayo. • El ensayo por líquidos penetrantes puede ser aplicado en materiales metálicos y no metálicos. Por ejemplo, en la cerámica. • Optar por la aplicación de este ensayo no implica costos ni equipos complejos para su empleo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los materiales a ser verificados no deberán tener porosidades, ni ser material con superficies rugosas. • Los agentes químicos deberán ser anticorrosivos, ya que puede alterar las características del material a ensayar. • El ensayo detectara solamente discontinuidades abiertas a la superficie.

Nota: La tabla detalla las ventajas y desventajas del ensayo.

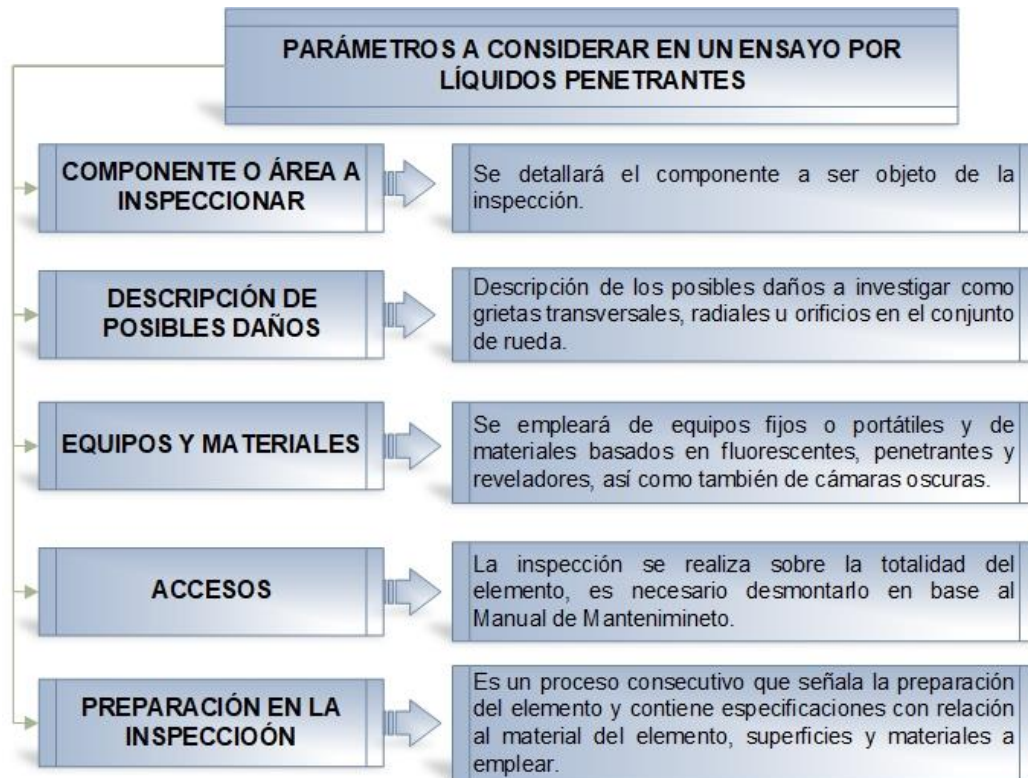
2.9.2 Parámetros para la aplicación de ensayos no destructivos en el conjunto de rueda

Los componentes a inspeccionar de acuerdo al manual de ensayos no destructivos de la aeronave se enfocan a las llantas del tren de aterrizaje principal y de nariz de la aeronave, los semicubos que componen la rueda, el aro y pestaña del tren, estos elementos son construidos de materiales de aleación de aluminio, tiene como finalidad identificar grietas transversales o radiales en los orificios y en los bordes de la llanta tanto de los trenes de nariz y principal. (EADS CASA, 1998)

El proceso de ejecución del ensayo se direccionará de acuerdo al manual de ensayos no destructivos emitido por la casa fabricante en el cual se detallarán los parámetros y condiciones que se deberá tener en cuenta durante la aplicación del ensayo a fin de obtener resultados efectivos sobre la condición en que se encuentra determinado conjunto mecánico de la aeronave, la efectividad del ensayo en relación con los resultados dependerán de la correcta aplicación en todos sus procedimientos como lo detalla el manual.

Figura 19.

Parámetros a seguirse para un ensayo por líquidos penetrantes.



Nota: En la imagen se muestra los diferentes requerimientos que indica el manual de la aeronave cuando se realiza los ensayos por líquidos penetrantes. Información tomada de (EADS CASA, 1998)

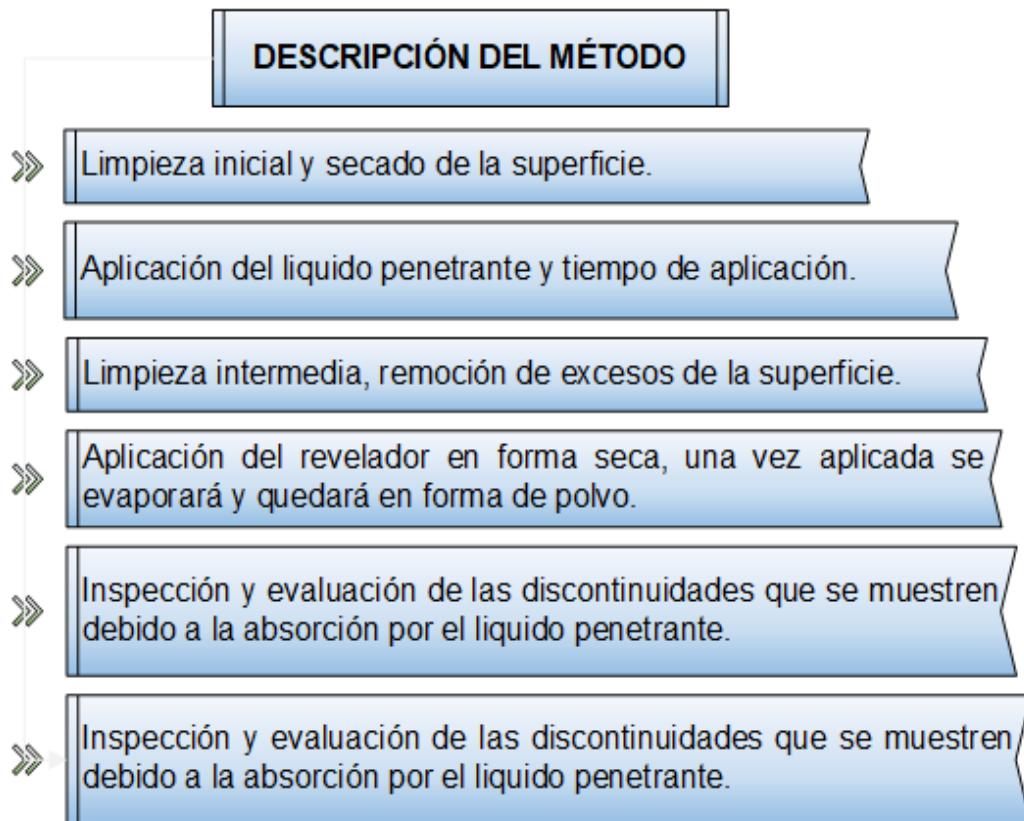
2.9.3 Procedimiento para una inspección por líquidos penetrantes

Previo a la ejecución de un ensayo utilizando el método de líquidos penetrantes se deberá considerar aspectos relacionados al material y las superficies a tratar las cuales deberán estar exentas de cualquier sustancia o materia que pueda alterar las definiciones de los resultados, como también que obstruyan las entradas superficiales en las discontinuidades o vayan a retener los líquidos y producir resultados falsos y erróneos, mediante las siguientes consideraciones se efectuará un ensayo totalmente acertado.

La característica más importante de este método de ensayos para, es la capacidad de los líquidos para penetrar por medio de capilaridad a las fisuras, discontinuidades y poros abiertos a la superficie.

Figura 20.

Procedimientos en la aplicación del ensayo por líquidos penetrantes.



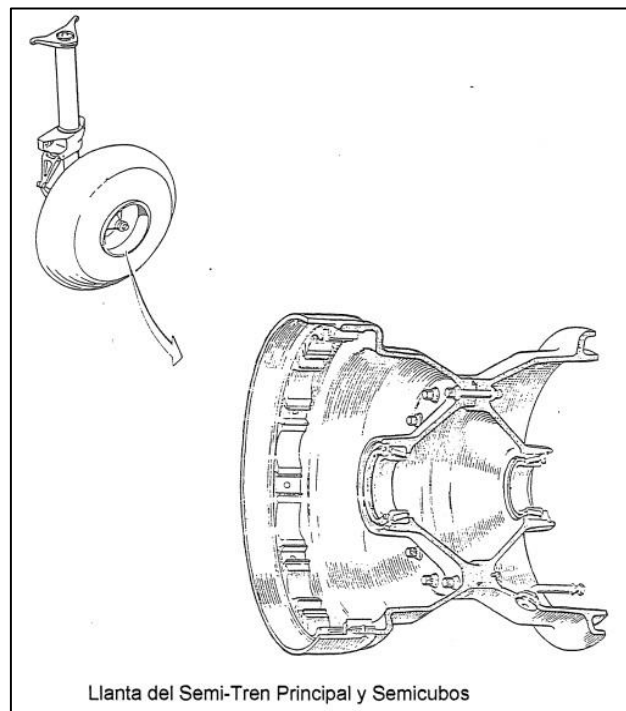
Nota: En la gráfica se muestra los procedimientos a seguir en una inspección por el método de ensayos por líquidos penetrantes. Información tomado de (Ing. Echeverría, 2003)

Al aplicar el ensayo se verificarán los resultados mediante la permisibilidad de los valores obtenidos en base a las tolerancias que se señalan en los manuales de la aeronave y de acuerdo a los criterios de aceptación los cuales comprobarán el elemento verificando con la iluminación necesaria y con una ampliación de 5 a 10 aumentos, de sobrepasar las tolerancias admisibles la pieza o elemento deberán ser desechados.

Finalmente se limpiará totalmente el elemento sometido a ensayo una vez no encontrado discrepancias volver al estado de servicio posterior a su respectivo montaje en la aeronave, retirar los materiales y equipos empleados dejando el área libre situando la aeronave en la posición original.

Figura 21.

Componentes del tren principal para inspección por ensayos no destructivos utilizando líquidos penetrantes.



Nota: En la imagen se muestra parte del conjunto de rueda del tren de aterrizaje principal del Avión CASA CN-212-400 que se somete a ensayos por condición y estado mediante el empleo de ensayos no destructivo por líquidos penetrantes.

Tomado de (EADS CASA, 1998)

2.10 Programas de mantenimiento del avión CASA CN-212-400

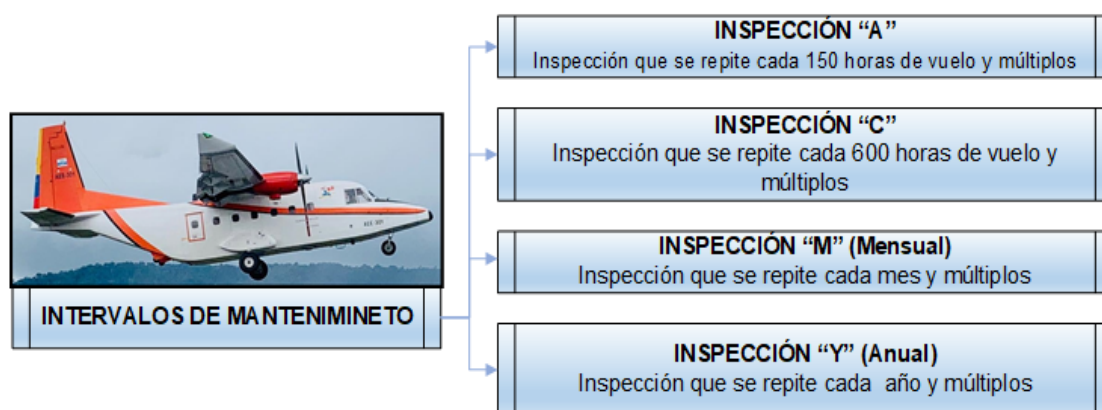
El programa de mantenimiento recomendado por el fabricante (MRPM) para el avión CASA CN-212-400 es un documento mediante el cual se describen los requerimientos de mantenimiento en base a tareas de mantenimiento programado

de sistemas, planta de potencia y estructuras sé que excluye del motor ya que posee requerimientos específicos por parte del fabricante del motor.

El objetivo del programa de mantenimiento recomendado por el fabricante es ser el punto de partida mediante el cual cada operador pueda desarrollar su propio programa de mantenimiento de aeronavegabilidad acorde a los alcances y políticas que se manejen por parte del operador, así como también los intervalos de tiempo adicionalmente proporciona pautas para la aprobación de las autoridades reguladores de cada operador.(AIRBUS DS, 2018)

Figura 22.

Intervalos de mantenimiento del avión CASA 212-400.



Nota: La imagen señala el programa de mantenimiento y sus intervalos aplicados al AVION CASA CN 212-400, información tomada de (AIRBUS DS, 2018)

La brigada de Aviación del Ejército dentro de la organización de mantenimiento para las aeronaves dependientes de los grupos aéreos viene a ser un ente de control a fin de certificar la funcionalidad de las aeronaves mediante la aplicación de las directivas de aeronavegabilidad, cartas de servicio y boletines de servicio, rigiéndose estrictamente a la documentación técnica que son emitidas por las casas fabricantes.

Los elementos y conjuntos mecánicos diseñados con tiempo de vida limite deben ser reemplazados de acuerdo con los tiempos establecidos en la hoja de

certificado de tipo o en las secciones de limitaciones de aeronavegabilidad del fabricante.(AIRBUS DS, 2018)

El programa de mantenimiento presenta un conjunto de actividades concerniente al mantenimiento preventivo, para ser ejecutado por parte del operador, dentro de este documento se muestran operaciones y limitaciones con el propósito de mantener la aeronavegabilidad de la aeronave, así como también los intervalos de mantenimiento para el motor, hélice y fuselaje.

Figura 23.

Programa de mantenimiento del avión CASA CN-212-400.

	AVIÓN			MOTOR			HÉLICE		
	HRS	CALENDARIO	TOL	HRS	CLND	TOL	HRS	CLND	TOL
INSPECCIONES PERIODICAS Adjunto ciclo de Mantenimiento	100	1 AÑO (1Y)							
	200	2 AÑOS (1Y +2Y)							
	300	4 AÑOS (1Y+2Y+4Y)							
	400	5 AÑOS (1Y+5Y)							
	500			C/100			C/100		
	600								
	800								
	1200								
	1800								
	2400				H.S.I 2.500				
IN SP MAYOR, REV.GEN. U OVERHAUL	3600	8 AÑOS (1Y+2Y+4Y+8Y)		5000			5000	6 AÑOS	

Nota: Se observa en la imagen el cuadro de los intervalos de mantenimiento en base al número de horas, tiempo calendario y toleración aplicados al fuselaje, motor y hélice del Avión CASA CN-212-400. Tomado de (Dirección de Doctrina, 2013)

El programa de mantenimiento del AVIÓN CASA CN-212-400, contiene detalles, responsabilidades y disposiciones concernientes a la ejecución de las tareas de mantenimiento que se detallan en el Programa de Mantenimiento recomendado por el fabricante, es por ello que dentro del documento se especifica sobre los elementos de las aeronaves que están sujetos a tiempos y parámetros especiales.

2.11 Modos de mantenimiento

Con la finalidad de alcanzar y mantener la operabilidad y operatividad en los elementos, conjuntos, sub conjuntos, piezas y partes aeronáuticas éstas están sujetas a inspecciones y verificaciones especiales basados en modos de mantenimiento para aquellos elementos que cumplan la condición de verificación de acuerdo al diseño que cada una contemple de esta forma se han de tratar los siguientes modos.

- Mantenimiento con tiempo límite.
- Mantenimiento según verificación de estado.
- Mantenimiento con vigilancia de comportamiento.

2.11.1 Mantenimiento con tiempo límite

Las operaciones de mantenimiento considerando los tiempos límites son efectuadas previo al cumplimiento de periodo de tiempo, una vez alcanzado su periodo de envejecimiento se realiza su sustitución antes de que se presente fallos en los componentes, este periodo de tiempo se cumplirá ya sea por horas de funcionamiento, tiempo calendario, numero de ciclos o límites de aterrizajes.

Los límites de tiempo pueden ser monitoreados ya sea por tiempo límite entre revisiones o por tiempo límite de vida de un determinado componente de acuerdo a las especificaciones de las casas fabricantes basados en los siguientes requerimientos ajustados a su configuración y diseño.(Dirección de Doctrina, 2013)

Figura 24.

Mantenimientos con tiempos límites en los elementos aeronáuticos.



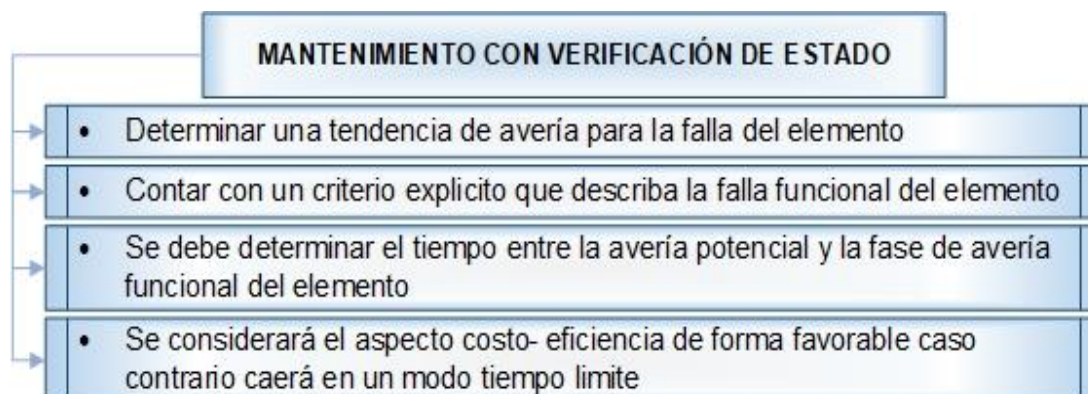
Nota: Características de los tiempos límites. Tomado de (Dirección de Doctrina, 2013)

2.11.2 Mantenimiento según verificación de estado (On Condition)

El mantenimiento por verificación de estado conocido como O.C (On Condition), es aquel procedimiento de mantenimiento que se efectúa a ciertos elementos de las aeronaves que requieren inspecciones periódicas que permitan comprobar alteraciones o defectos dentro de las tolerancias permisibles y que estén dentro de los parámetros de reparación hasta la próxima inspección programada de la aeronave.

Figura 25.

Mantenimiento por verificación de estado.



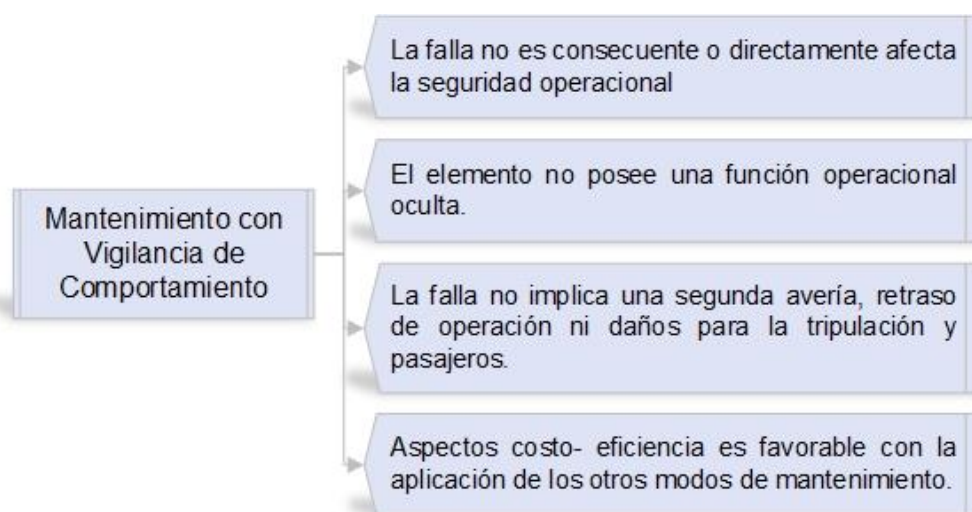
Nota: Consideraciones en una verificación de estado. (Dirección de Doctrina, 2013)

2.11.3 Mantenimiento con vigilancia de comportamiento

El presente modo de mantenimiento es aplicado si cumple las condiciones que consisten en el monitoreo de la condición de un elemento una vez identificada una falla, previo al análisis que no influya con la aeronavegabilidad de la aeronave y que la tripulación cuente con la capacidad de revisarlo frecuentemente, solo en los casos citados anteriormente se podrá operar una aeronave con elementos que se encuentren en situación de vigilancia de comportamiento, cabe recalcar que este modo de mantenimiento se efectúa solamente en cuyos elementos o componentes de la aeronave que no interfieran directamente con la condición de aeronavegabilidad que garantiza la seguridad operacional de la misma.

Figura 26.

Criterios para el mantenimiento con vigilancia de comportamiento.



Nota: En la imagen se muestran los criterios para aplicar el modo de mantenimiento con vigilancia de comportamiento.

2.12 Descripción de la herramienta utilizada en la tarea de mantenimiento

El procedimiento de inflado y cambio de neumáticos contempla maniobras complejas y riesgos al personal técnico ya que se exponen a elementos que están sometidos a presiones y que debido a la importancia que implica determinado elemento en la aeronave requiere ser manejado mediante la implementación de

equipos y herramientas adecuadas y bajo las normativas de seguridad operacional en el ámbito de mantenimiento aeronáutico.

La herramienta de desensamblaje del neumático del conjunto de ruedas del tren principal y auxiliar del AVION CASA 212-400, resulta importante ya que mediante el empleo de esta herramienta se efectuarán las tareas de mantenimiento concernientes al desmontaje, reemplazo y montaje de los neumáticos de las ruedas del tren de aterrizaje principal y auxiliar de forma segura y adecuada.

La herramienta consiste en un trípode provisto de una base cuadrada, adecuado con un actuador hidráulico en la parte superior del trípode que mediante el accionamiento manual ejerce fuerza sobre un cono estructural diseñado en base al diámetro del tambor de la rueda que se acoplan con la finalidad de que la presión ejercida permita el desensamblaje del neumático del tambor de la rueda aplicando una presión que permite el empuje de 1,5 P.S.I que se requiere para el desensamblaje del tambor.

El propósito de la rehabilitación de la herramienta es alcanzar altos niveles de seguridad operacional, proporcionar comodidad en las inspecciones de los conjuntos de rueda, optimizar el tiempo en la ejecución de las tareas de mantenimiento concernientes al montaje y desmontaje de las ruedas del tren de aterrizaje principal y auxiliar, conservar el diseño estructural de los tambores del conjunto de rueda evitando deformaciones y alteraciones del conjunto de rueda, finalmente será un aporte no solo para aeronaves versión CASA, sino también para ruedas de los trenes de aterrizaje de la aeronaves de ala fija pertenecientes al Grupo Aéreo del Ejército N° 44 "Pastaza".

Actualmente la herramienta por el tiempo de uso y falta de mantenimiento se encuentra en estado de deterioro lo que conllevaría a producir daños al personal técnico como a los elementos del conjunto de rueda de los trenes de aterrizaje, es por ello que se requiere intervenir en la herramienta con la finalidad de rehabilitar la funcionalidad para la cual fue diseñada.

Figura 27.

Herramienta de desensamblaje en estado de deterioro.



Nota: En la figura se muestra el estado actual del desensamblador del conjunto de rueda.

Capítulo III

Desarrollo del Tema

3.1 Antecedentes

El mantenimiento aeronáutico en todas magnitudes de operación de mantenimiento sea en la intervención de conjuntos menores o conjuntos mayores que las aeronaves poseen deberán contar con los medios, recursos, personal técnico capacitado, equipos, documentación y herramientas que permitan ejecutar las operaciones de mantenimiento aeronáutico de tal forma cumplir con los requerimientos emitidos por las casas fabricantes asegurando la funcionalidad y que la aeronave conserve su estado de aeronavegabilidad que le faculta la condición técnica y legal para cumplir las operaciones de vuelo.

Mediante la rehabilitación del Desensamblador de neumático para el AVIÓN CASA CN-212-400, las inspecciones se llevarán a cabo de forma segura y técnica proporcionando facilidades, disminución en los tiempos de empleo en la tarea de mantenimiento, así como también mejorando los procedimientos de mantenimiento del Grupo Aéreo N° 44 "PASTAZA".

Figura 28.

Utilización del desensamblador de neumático de forma incorrecta.



Nota: La figura muestra la utilización inadecuada para cumplir la tarea de mantenimiento.

3.2 Descripción del Capítulo 32 Tren de Aterrizaje del Avión CASA CN-212-400

El manual de mantenimiento del Avión CASA CN-212-400, está estructurado en base a las especificaciones ATA 100, en el cual se detalla la información técnica de todos los sistemas de la aeronave ,equipos, herramientas, diagramas que permiten comprender y efectuar el mantenimiento de los sistemas de la aeronave enmarcados en normativas de seguridad, así como también el montaje y desmontaje de elementos de los sistemas de las aeronaves en el cual está dirigido el presente proyecto de investigación.

La información sobre el conjunto de rueda se encuentra en el capítulo 32 Tren de Aterrizaje y debido a la distribución y organización del manual de mantenimiento, este capítulo se divide en secciones en las cuales se detallan las actividades de mantenimiento en el cual en la sección 32-41-01 detalla la tarea de mantenimiento y especificaciones para el montaje y desmontaje del conjunto de rueda en el cual estamos haciendo énfasis para la materialización del presente proyecto de investigación.

La sección comprendida 32-41-01, describe las especificaciones sobre el conjunto de rueda que comprenden las ruedas del tren de aterrizaje principal y auxiliar cada una de sus descripciones y operación, así como de la situación de componentes en la aeronave.

Tabla 2.

Situación de ruedas del tren de aterrizaje del avión CASA CN-212-400.

Elemento	Denominación	Zona	Referencia
1.	Rueda Principal (IZQ)	711	32-41-01
2.	Rueda Principal (DCH)	721	32-41-01
3.	Rueda de Morro	731	32-41-02

Nota: En la tabla se muestra en lugar situacional en que se encuentran las rudas de la aeronave.

3.3 Rehabilitación del desensamblador de neumático

Al iniciar el presente proyecto de titulación se planteó como objetivo general realizar la inspección del conjunto de rueda del tren de aterrizaje principal del Avión CASA 212-400, cumpliendo con los ítems de inspección en base a la tarea de mantenimiento 32-41-01, la cual señala la utilización de una herramienta especial, diseñada técnicamente para efectuar tales operaciones de mantenimiento siguiendo los parámetros técnicos y de seguridad la misma que en la actualidad debido al tiempo de utilización y poco mantenimiento que ha recibido se ha deteriorado significativamente y no cumple con las exigencias con la cual debe ser operada por parte del personal técnico de mantenimiento aeronáutico del Grupo Aéreo del Ejército N° 44 "Pastaza".

La rehabilitación consistió en un proceso reconstructivo tomando en cuenta el diseño, dimensiones y estructuración con la finalidad de no alterar su configuración, para llevar a cabo mencionado proyecto se ha evaluado mediante inspecciones visuales los puntos más críticos, áreas donde el material no brinda las

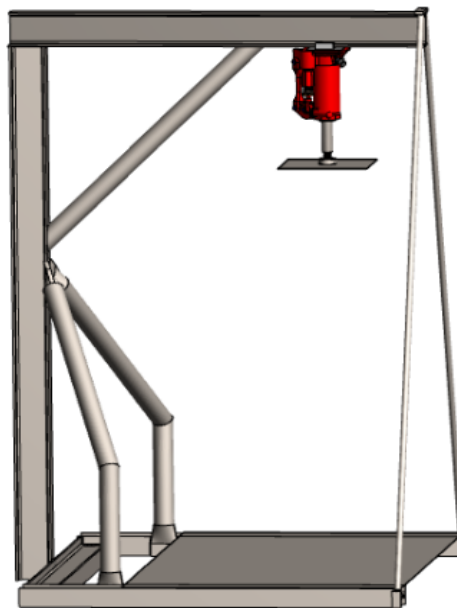
características para las fuerzas y puntos de carga que deben aplicarse en el desensamblaje del neumático de la aeronave y el tambor.

Con la finalidad de determinar el diseño estructural de la herramienta se procedió a emplear en un software de simulación SOLIDWORKS que nos permita diseñar, calcular los esfuerzos y cargas a los cuales se someterá la herramienta basados en los datos técnicos que nos proporciona el manual de mantenimiento de la aeronave, asegurando que tanto el diseño y el empleo del material en la reconstrucción de la herramienta sean los adecuados y estén acorde a las especificaciones técnicas que emiten las directrices de mantenimiento aeronáutico.

El material empleado para la reconstrucción estuvo basado a la normativa de los materiales metálicos ASTM (Asociación Americana de Ensayo de Materiales), que determina las características de resistencia que cada material posee y que nos otorga valores con el fin de determinar las cargas generadas al momento del desensamblaje del neumático.

Figura 29.

Diseño estructural en software de simulación SOLIDWORKS.



Nota: En la figura se observa cómo queda reestructurada la herramienta con las modificaciones implementadas.

3.3.1 Descripción del desensamblador neumático

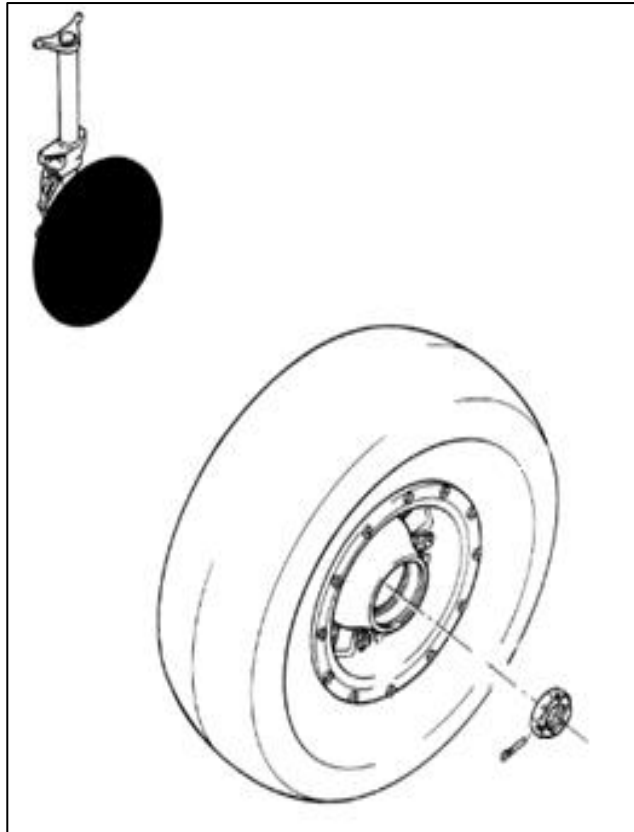
El tren de aterrizaje de las aeronaves en generalmente son sometidos a diversos esfuerzos que regularmente deben estar siendo inspeccionados con la finalidad de detectar a tiempo cualquier discrepancia en los elementos que compone este conjunto mecánico, el manual de mantenimiento en la sección 32, señala que los componentes como las llantas del tren principal y los semicubos que vendría a ser el aro de la rueda deberán ser objeto de inspecciones en los cuales se verificara grietas transversales o radiales en los orificios y en los bordes de la rueda.

Las inspecciones en los conjuntos de rueda se deberán realizar sobre la totalidad de las piezas desmontándolas de acuerdo con las instrucciones de los respectivos manuales de mantenimiento para ello resulta necesario desmontar el conjunto de rueda como lo señala la tarea de mantenimiento 32-41-01, del manual de mantenimiento del Avión CASA 212-300 utilizando equipos y herramientas debidamente adecuadas para la actividad como lo establece el ítem 3 del literal C de la tarea de mantenimiento.

Claramente las instrucciones están detalladas secuencialmente es así que para la inspección del material de los semicubos que generalmente son de aleaciones de aluminio se procederá a desacoplar el neumático del conjunto de rueda mediante el empleo del desensamblador de la rueda que cumple las funciones de prensa hidráulica generando una presión de 1.5 P.S.I (siglas en ingles que responde a las libras por pulgada cuadrada) la cual hace que el conjunto de rueda se desprenda del neumático, esta herramienta conformada por ejes verticales, una base fija y un actuador hidráulico que genera presión directamente sobre el conjunto de rueda el cual desensambla el elemento precautelando la integridad del personal técnico, cuidado de los elementos mecánicos y optimizando el factor tiempo en las inspecciones de los cubos de las ruedas de los trenes de aterrizaje.

Figura 30.

Elementos del tren de aterrizaje para ser inspeccionados.



Nota: La imagen muestra el elemento del tren de aterrizaje que va a ser desensamblado para el procedimiento de inspección. Tomado de (MILITARY, AIRBUS, 2011)

3.3.2 Materiales utilizados en la rehabilitación de la herramienta.

Los elementos que componen esta herramienta para su operabilidad están fabricados en base a normas estandarizadas como anteriormente se había indicado de acuerdo a la norma ASTM (Asociación Americana de Ensayo de Materiales) que avalan la seguridad operacional en base al diseño y cálculo estructural de la herramienta, materiales debidamente analizados con un factor de seguridad que permita ejecutar de forma segura la tarea de mantenimiento es así que a continuación se detalla los componentes que conforman la rehabilitación del desensamblador de neumático.

Tabla 3.

Materiales con especificaciones que conforman la herramienta.

Orden	Cantidad	Detalle	Norma	Dimensión
01	01	Viga IPN 80mm	Perfil Laminado ASTM A36 80 mm	480 cm
02	01	Tubo Cuadrado	Tubo Estructural Cuadrado ASTM A-500 100 * 3 mm	306 cm
03	01	Tubería Redonda	Tubería redonda ASTM A- 500 50 mm* 2,5 mm	239 cm
04	01	Tubería Redonda	Tubería redonda ASTM A- 500 30 mm* 2 mm	274 cm

Nota: En la tabla se observa el detalle de los materiales estructurales utilizados en la rehabilitación de la herramienta.

Adicional a la utilización del material mencionado se implementará un actuador hidráulico fijo el mismo que ejercerá una fuerza perpendicular de 1,5 P.S.I sobre el cono que se acopla al conjunto de rueda para que permita desensamblar el neumático del conjunto de rueda y removerlos con facilidad manteniendo los estándares de seguridad para los operadores y los elementos mecánicos.

3.4 Procedimiento llevado a cabo para el ensamblaje de la herramienta.

La rehabilitación del Desensamblador de Neumáticos utilizados en las aeronaves versión CASA CN 212-400, siguió un proceso de inspección visual de las condiciones de operatividad de la herramienta antes mencionada inspección que consistió en evaluar condiciones del material, así como también las especificaciones técnicas del factor de seguridad para operar la herramienta.

La herramienta está basada a requerimientos técnicos del personal de mantenimiento y mediante dimensiones proporcionadas en el manual de mantenimiento del conjunto de ruedas, debido al espaciado y por la generación de fuerzas se realizó el diseño estructural mediante el empleo de un software que permita observar la herramienta en todos los ángulos y vistas, del cual se obtuvo el diseño impreso que guiara el proceso de rehabilitación.

3.4.1 Elaboración de la estructura central.

Se procedió a cortar y ensamblar la estructura central de la herramienta la que está compuesta por un eje horizontal superior tipo IPN 80 mm, montado sobre un eje vertical tipo IPN 80 mm y estos se unen al cuadro inferior compuesto por tres vigas IPN 80 mm soldados con material de aporte (sueda) tipo E-7018.

Figura 31.

Elaboración de la estructura central de la herramienta.



Nota: La imagen muestra el proceso de corte y construcción de la estructura.

3.4.2 Colocación de soportes laterales e inferiores

Debido a las fuerzas a las cuales se somete la herramienta y la fuerza generada de forma perpendicular de 1,5 P.S.I resultarán fuerzas en dirección contraria como reacción al empuje generado por el actuador hidráulico es necesario colocar refuerzos inferiores y laterales que se detallan a continuación.

Tabla 4.

Material de refuerzo para la estructura central de la herramienta.

Cantidad	Descripción	Detalle	Dimensión
02	Refuerzo Vertical Lateral	Tubería redonda ASTM A-500 50 mm x 2,5mm	95.5 cm
01	Refuerzo Inclinado Superior	Tubería redonda ASTM A-500 50 mm x 2,5mm	46 cm
06	Refuerzo Inferior Horizontal	Tubo Estructural Cuadrado ASTM A-500 100 x 3 mm	86.3 cm

Nota: En la tabla se muestra el material de refuerzo estructural de la Herramienta.

Los refuerzos verticales en la parte lateral y horizontales en la parte inferior de la herramienta servirán como puntales fijos que imposibiliten que la herramienta al momento de ejercer las presiones se descuadre o pierda estabilidad que deriven en posibles daños al personal técnico y al conjunto mecánico de la aeronave.

Figura 32.

Colocación de refuerzos estructurales.



Nota: En la imagen se observa la colocación de los refuerzos en la parte estructural.

3.4.3 Implementación del actuador hidráulico generador de presión

La finalidad de rehabilitar el desensamblador es evitar el daño del conjunto de rueda tanto del tren de aterrizaje principal y tren auxiliar siendo necesario disponer de una presión aproximada en 1,5 P.S.I y se obtendrá colocando en la parte superior un gato hidráulico con especificaciones (ver anexos) acorde a las dimensiones y presiones permisibles para efectuar la tarea de mantenimiento.

Tabla 5.

Especificaciones de las dimensiones ajustables del actuador hidráulico.

Orden	Especificación	Dimensiones
1	Altura de rango de presión	197 mm-382 mm
2	Altura de Elevación	125 mm
3	Altura Ajustable	60 mm
4	Peso del gato Hidráulico	14 kg

Nota: La tabla detalla las dimensiones ajustables del gato hidráulico.

Una vez determinado el actuador hidráulico se fabricó un soporte móvil que va empotrado a la viga superior IPN 80 mm, se diseñó una plancha metálica 15 x 15 cm por 5 mm, la misma que soportará el peso del actuador hidráulico y permitirá acoplarse al mecanismo de desplazamiento siendo ajustable para los diferentes diámetros de las ruedas de los trenes de aterrizaje.

Figura 33.

Acondicionamiento del gato hidráulico y la base móvil.



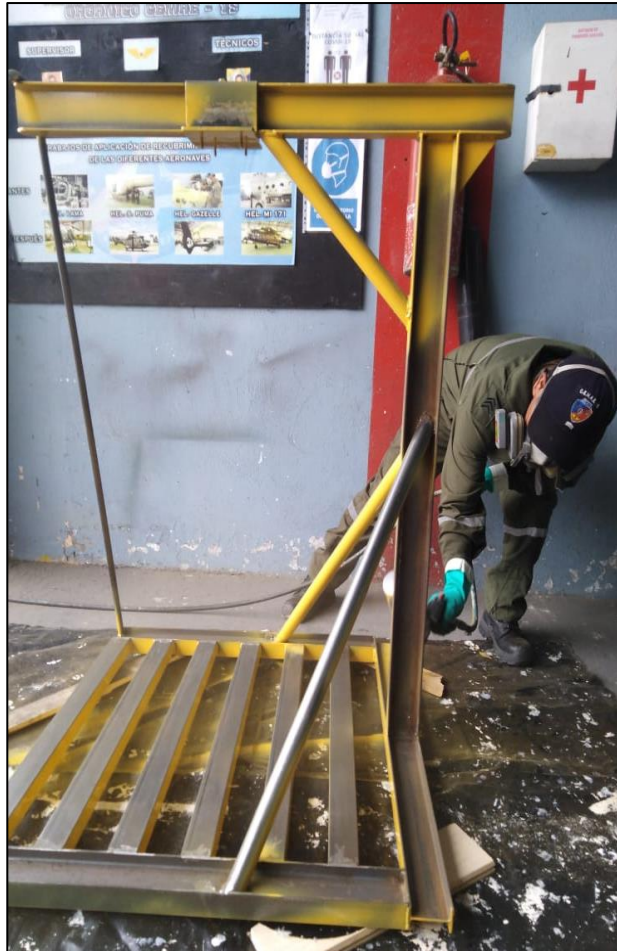
Nota: La figura muestra las modificaciones en la base móvil del actuador hidráulico.

3.4.4 Aplicación del recubrimiento orgánico en la herramienta

Los detalles de culminación de la rehabilitación del Desensamblador Neumático se basaron en la aplicación de un recubrimiento tipo orgánico color caterpillar serie 458-9587 Standard Performance (Rendimiento Estándar), colores reglamentarios dentro de la organización de Mantenimiento del Grupo de Aviación del Ejército N° 44 "PASTAZA", este tipo de recubrimiento protegerá las superficies de la herramienta de cualquier tipo de corrosión o desgaste en el material.

Figura 34.

Aplicación de recubrimiento orgánico.



Nota: La figura muestra la aplicación del recubrimiento orgánico en la herramienta para proteger las superficies y evitar cualquier tipo de corrosión el mismo que se realizara de un color visible que indique precaución.

Finalizado el proceso de rehabilitación mediante la consideración de parámetros de seguridad operacional, especificaciones del material, informe estructural y el análisis del diseño se puede visualizar la herramienta recomendable para la realización del desensamblaje del conjunto de rueda tanto del tren principal como del tren de aterrizaje auxiliar del Avión CASA 212-400, herramienta que garantizará la conservación del conjunto mecánico, optimizará el factor tiempo y precautelará la integridad del personal técnico de mantenimiento.

Figura 35.

Herramienta desensamblador neumático finalizada.



Nota: En la figura se muestra la herramienta rehabilitada y lista para ser utilizada en las inspecciones del conjunto de rueda.

3.5 Inspección del conjunto de rueda del tren de aterrizaje principal del avión CASA CN 212-400 en base a la tarea de mantenimiento 32-41-01.

La ejecución del montaje y desmontaje del conjunto de rueda del Avión CASA C-212-400, se efectuó de forma secuencial como lo indica el manual de mantenimiento en el capítulo 32 en base a los ítems de la tarea de mantenimiento 32-41-01, que señala el siguiente procedimiento.

Para llevar a cabo la realización de la tarea de mantenimiento se detallará los equipos y materiales que se requieren para efectuar el proceso de inspección, ítems que se encuentran detallados en el manual de mantenimiento.

Tabla 6.*Materiales para realizar la inspección.*

Orden	Elemento	Designación
01	Ítem 32-00-00	Alargadera para llaves Tren de Aterrizaje
02	Ítem 32-10-00	Llave para Tren Principal.
03	Ítem 32-10-02	Kit de herramientas para Tren Principal.
04	Herramienta Estándar	Avisos de Peligro
05	Herramienta Estándar	Martillo de Plástico
06	Herramienta Estándar	Cepillo de Cerda Suave
07	Herramienta Estándar	Compresor de Aire
08	Z-23.139	Disolvente
09	Z-21.202	Grasa Sintética
10	MS24665-521	Pasador de Aletas

Nota: La tabla enlista los materiales necesarios para desarrollar la inspección del conjunto de rueda.

3.5.1 Operaciones preliminares para el procedimiento de desmontaje

Se colocó avisos de peligro en posición para informar al personal que se están realizando operaciones de mantenimiento, además se procedió a elevar el Avión sobre gatos hasta que la rueda del tren de aterrizaje principal este separa del suelo, además como norma de seguridad se procedió a poner la aeronave en posición PARKING, que corresponde al freno de emergencia y aparcamiento cerciorándonos que el freno de la rueda haya quedado bloqueado correctamente tomando en cuenta que se deberá colocar los calzos a las ruedas en la partes delantera y detrás si no se encuentra maniobrando la rueda como norma de seguridad.

Figura 36.

Colocación del avión en gatos.



Nota: En la figura se observa la elevación del avión mediante gatos hidráulicos.

3.5.2 Desmontaje del conjunto de rueda

El desmontaje de la rueda consistió en la remoción y respectivo desecho del pasador de aletas con número de parte MS24665-521 que está incorporado como seguro de la tuerca de rueda, como siguiente paso se procedió a aflojar la tuerca de número de parte MS21025-39, sin retirarla del eje como procedimiento de seguridad.

Figura 37.

Remoción del pasador de aletas.



Nota: La Figura muestra la remoción del pasador de aletas de seguridad.

Se sacudió la rueda en sentido lateral con la finalidad de soltar la pestaña dentada del disco de freno que esta acoplada en la parte posterior del conjunto de rueda, posterior se procedió a desplazar la rueda a lo largo del eje hasta que haga contacto con la tuerca y posterior a retira la tuerca lo cual permite remover la rueda del eje, de esta forma se procedió a realizar el desmontaje del conjunto de rueda.

Figura 38.

Retiro de la rueda del eje del tren de aterrizaje.



Nota: La figura muestra el retiro del neumático para su respectiva inspección posterior a su retiro se efectuarán procedimientos de mantenimiento al conjunto de rueda.

De acuerdo a la tarea de mantenimiento se desinfló completamente los neumáticos y se verificó la despresurización de toda la capacidad de nitrógeno, una vez realizado este procedimiento se aflojó las tuercas hasta un par cero que permita la separación de los conos que conforman el aro del conjunto de rueda.

Como siguiente paso dentro del cambio del neumático se procedió a la utilización de la herramienta rehabilitada en la cual se desacopló el neumático de la rueda utilizando la herramienta antes mencionada, así como también se limpió los excesos de grasa debido al desacople de las roscas del eje.

Figura 39.

Conjunto de rueda montado sobre el desensamblador de neumático.



Nota: La figura se observa la utilización de desensamblador de neumático rehabilitado, que permitirá la ejecución de esta tarea de mantenimiento de forma ágil y segura.

3.5.3. Preparación del componente de repuesto

Una vez desmontado el conjunto de rueda del tren principal de la aeronave se preparó el área para realizar los trabajos de mantenimiento además se analizó en el respectivo manual de la aeronave los parámetros que indica la tarea de mantenimiento que corresponde a los siguientes ítems de verificación.

Se procedió a examinar la rueda principal debido a señales de daño o corrosión en este caso al momento de realizar la inspección se pudo verificar el desgaste del packing (sello de seguridad), así como también se verificó el TLV (tiempo límite de vida) del aro que estaba próximo a cumplirse lo cual se aprovechó para el reemplazo del mismo control que se lleva a cabo de acuerdo a número de

horas de vuelo, ciclos, aterrizajes y tiempo calendario de cada elemento conforme lo indique el manual de mantenimiento.

Figura 40.

Verificación del packing del aro y reemplazo del elemento.



Nota: En la figura se muestra la colocación de un nuevo packing y revisión del aro del conjunto de rueda.

Se procedió a examinar los componentes de la rueda principal enfocándonos en los componentes como los rodillos cónicos, baffles de retención de grasa y las empaquetaduras.

Se examinó los pernos de sujeción de la rueda en cuanto al estiramiento, daños en la rosca o corrosión, finalmente se examinó la pestaña dentada en cuanto a señales de daño o desgaste.

3.5.4 Preparación para el ensamblaje.

Continuando con la inspección se preparó el proceso de montaje del conjunto de rueda en el cual se colocó el neumático nuevo cerciorándonos que se encuentren limpias el eje y las superficies de apoyo de los cojinetes de la rueda de tal forma detectar daños o corrosión, así como también se revisó que este limpio los hilos de la rosca que estén libres de impurezas y rebabas.

Se verificó que el packing nuevo esté sujetado correctamente al aro del neumático nuevo y se procedió a colocar los pernos de unión a un par de apriete de 22,50 Nm (Newton/ metro) que corresponde a 199.11 lbf.in (libras/fuerza),

Figura 41.

Colocación de los pernos de unión del aro del conjunto de rueda.



Nota: Verificación del par de apriete con el empleo del torquímetro.

Se verificó la condición de estado de los manómetros con su respectivo equipo de inflado de los neumáticos, así como también de los verificadores de presión de nitrógeno que estén en condiciones óptimas de funcionamiento.

Se revisó el suministro de nitrógeno a través de los medidores de presión hasta alcanzar los valores que señala el servicio que se refiere al inflado de los neumáticos en el capítulo 12-17-00 bloque 301 que detalla las siguientes presiones de inflado.

Tabla 7.

Presiones para el llenado de nitrógeno en los neumáticos.

Elemento	Presión de llenado a los Neumáticos
Rueda Principal	4,2 kg/cm ² (60 p.s.i)
Rueda de Morro	4 kg/cm ² (58 p.s.i)

Nota: En la tabla se detalla las presiones de llenado de nitrógeno los neumáticos de la aeronave.(MILITARY, AIRBUS, 2011)

Figura 42.

Equipo de inflado de neumáticos con manómetros de verificación.



Nota: La figura muestra la utilización del equipo de inflado de neumáticos.

Una vez terminado el proceso de llenado de nitrógeno en los neumáticos se verificó que las tapas de acceso de nitrógeno en la válvula de inflado estén completamente cerradas.

3.5.5 Preparación para el montaje

Se revisó el eje y las superficies de apoyo de los cojinetes que estén libres de impurezas y suciedad, así como también se inspeccionó los hilos de las roscas que estén libres de rebabas y se procedió a lubricar los cojinetes con grasa número de parte Z-21.202 tomando en cuenta que no se debe lubricar en exceso.

Figura 43.

Revisión del eje y cojinetes para el montaje de la rueda.



Nota: En la figura se observa la verificación del eje y los cojinetes de apoyo.

3.5.6 Montaje del conjunto de rueda.

Se colocó el conjunto de rueda sobre el eje y se procedió a empujarla hasta que la pestaña dentada engrane en el disco de freno, posterior se lubrico los hilos de rosca del eje y de la tuerca mediante el empleo de la grasa sintética con numero de parte Z-21.202.

Figura 44.

Colocación de la rueda sobre el eje del tren de aterrizaje principal.



Nota: En la figura se puede observar el montaje del conjunto de rueda sobre el eje del tren de aterrizaje.

Se soltó el freno de aparcamiento para permitir el giro de la rueda y se procedió a apretar la tuerca en el eje mientras se hacía girar la rueda a mano con un par de torque de 22,5 Nm (Newton/Metro) equivalente a (199,6 lb. Pulg) para conseguir un buen asiento de contacto se aflojo la tuerca a un par cero y se apretó la tuerca a un par de 11,27 Nm (99,8 lb. Pulg) mientras se hace girar la rueda a mano.

Finalmente se procedió a frenar la tuerca con un nuevo pasador de aletas con numero de parte MS24665-521, recomendando que si en el caso de no poder meter el pasador, es permisible apretar aún más la tuerca del torque establecido hasta un rango máximo de 60° más de giro.

Figura 45.

Colocación de la tuerca de sujeción de rueda y pasador de seguridad.



Nota: En la figura se observa la colocación de la tuerca de sujeción con el par de aprete determinado y posterior la colocación del pasador de seguridad.

3.5.7 Operaciones finales

Como parte final del proceso de inspección se cercioró que el área de trabajo quede limpia y libre de herramientas, equipos y objetos extraños, además se verificó que la presión de inflado de los neumáticos este correcta, se procedió a descender el avión de los gatos quedando la aeronave lista para las operaciones aéreas cumpliendo el estado de aeronavegabilidad.

Figura 46.

Avión CASA CN-212-400 previo a vuelo de comprobación.



Nota: En la figura se observa la aeronave lista para los vuelos de comprobación una vez terminado la inspección del conjunto de rueda.

Capítulo IV

4. Conclusiones y Recomendaciones

4.1 Conclusiones

- Mediante la realización del presente proyecto de titulación se logró recopilar la información necesaria acerca del sistema de trenes de aterrizaje del Avión CASA C 212-400, la cual permitió conocer datos específicos que permitieron realizar un análisis profundo para cumplir los requerimientos técnicos y llegar a la materialización del proyecto práctico.
- La rehabilitación de la herramienta especial consistió en efectuar el análisis y diseño estructural que derivó en determinar el material y accesorios adecuados capaces de ejercer y soportar las fuerzas y presiones que se requieren para el desensamblaje basados en factores de seguridad de resistencia para ejecutar los procedimientos establecido en las tareas de mantenimiento de la aeronave.
- El proceso de comprobación del Desensamblador de Neumático se llevó a cabo de forma exitosa, alcanzando altos niveles de seguridad operacional, estándares de mantenimiento precautelando el conjunto mecánico y priorizando los periodos de tiempo en la realización de las tareas de mantenimiento concernientes al conjunto de rueda de los trenes de aterrizaje de la aeronave.

4.2 Recomendaciones

- Alcanzar altos niveles de seguridad operacional y que las aeronaves cuenten con la certificación de aeronavegabilidad periódicamente actualizado demanda un sinnúmero de parámetros que se deben cumplir y uno de ellos es mantener equipada el área de mantenimiento con equipos que aporten eficientemente al mantenimiento aeronáutico facilitando agilizando los procedimientos de mantenimiento y sobre todo precautelando al personal técnico y aeronaves del grupo Aéreo del Ejército N° 44" PASTAZA".
- Se recomienda efectuar el mantenimiento preventivo cada vez que las herramientas especiales sean utilizadas por el personal técnico de mantenimiento ya que sería una forma de prolongar la vida útil de cada una de las herramientas y equipos que cuenta el Grupo Aéreo.
- Para realizar las tareas de mantenimiento se contará con el equipo de seguridad personal, herramientas y equipamiento adecuado siguiendo los procedimientos de los respectivos manuales de mantenimiento actualizados en cada capítulo de los sistemas de la aeronave.

Bibliografía

10. *ATA 32.pdf | Tren de aterrizaje | Avión.* (s. f.). Scribd. Recuperado 21 de octubre de 2020, de <https://es.scribd.com/document/409369046/10-ATA-32-pdf>

AIRBUS DS. (2018). *C 212 PROGRAMA DE MANTENIMIENTO RECOMENDADO POR EL FABRICANTE (MRMP)*. Airbus Defence and Space.

Andrade et al. - *DISEÑO DEL LABORATORIO PARA SIMULACIÓN DE ABSORCIÓN.pdf.* (s. f.). Recuperado 19 de octubre de 2020, de <http://biblioteca.usbbog.edu.co:8080/Biblioteca/BDigital/72470.pdf>

Andrés Ramírez. (2007, abril 1). *CASA C-212 Aviocar.* *volavi.* <https://volavi.co/aviacion/aviones/casa-c-212-aviocar>

Antonio Esteban, O. (2014). *Conocimientos del avión 7.ª edición 2019.* THOMSON. <https://www.paraninfo.es/catalogo/9788428341769/conocimientos-del-avion-7-a-edicion-2019>

Casa 212—Skydiving Aircraft. (2010). *Skydive Paraclete XP.* <http://skydiveparacletexp.com/dz/aircraft/casa-212/>

Dirección de Doctrina. (2013). *MANUAL GENERAL DE MANTENIMIENTO DE LA FUERZA TERRESTRE.*

Dto de Doctrina. (2011). *Historia y Tradiciones Ejército Ecuatoriano* (CEDE 2011). https://issuu.com/ceheesmil/docs/historias_y_tradiciones_militares

EADS CASA. (1998). *C 212 Manual de Ensayos no Destructivos.*

Gaceta Aeronáutica—Información Aeronáutica. (s. f.). Recuperado 13 de octubre de 2020, de <http://www.gacetaaeronautica.com/gaceta/index.htm>

Ing. Echeverría, R. (2003). *LIQUIDOS_PENETRANTES.* UNIVERSIDAD NACIONAL DEL COMAHUE.

Mesa, F. A. N. (2014). *Operaciones auxiliares de servicios de la aeronave.* TMVO0109. IC Editorial.

MILITARY, AIRBUS. (2011). *C-212-400 MANUAL DE MANTENIMIENTO.* EADS CASA.

Valenciano Muela, S. I. (s. f.). *DETERMINACIÓN DE LOS ESFUERZOS DINÁMICOS VERTICALES Y LATERALES EN EL EJE DE LA RUEDA DEL TREN DE ATERRIZAJE DELANTERO DE UN AVIÓN LIGERO.*

Vela, R. T., Atienza, R., & Frövel, M. (2013). Evolución histórica de los trenes de aterrizaje en las aeronaves. *Tecnología y desarrollo*, 11(0), 27.

Yáñez, S. B. I., & Parraga, T. C. R. (2017). *Título: EVALUACION DE DEFECTOS Y DISCONTINUIDADES DE LA SOLDADURA POR MEDIO DE LA APLICACIÓN DE ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS, EN LA FABRICACIÓN DE TUBERÍAS DE 3000mm DE DIAMETRO.* 103.

Glosario

A

Aeronave: Vehículo que puede sustentarse y desplazarse en la atmósfera con el impulso de un motor.

Aeronavegabilidad: Condición técnica y legal que le faculta y autoriza a elevarse y sustentarse en la atmósfera a una aeronave.

Aleación: Se refiere a la mezcla homogénea que se produce entre tipos diferentes de metales que constituyen en un nuevo metal con mejores propiedades.

Aeronáutica: Ciencia que se dedica al estudio, diseño y construcción de aparatos capaces de sustentarse en el aire.

Actuadores: Dispositivos mecánicos que funcionan aplicando una presión ya sea de agua o aceite.

B

Ballesta: Elemento elástico formado con láminas de acero empleado como forma de suspensión.

C

Célula: Estructura básica y principal de una aeronave la cual soporta las cargas aerodinámicas e inerciales producidas por la aeronave.

Centro de Gravedad: Punto de un elemento donde se intersecan los ejes longitudinal, lateral y transversal.

Comprobación: Acción de demostrar y verificar la funcionalidad de determinado proceso.

Cojinetes: Elemento mecánico que minimiza el efecto de fricción entre un rodamiento y un eje facilitando su desplazamiento.

Corrosión: Proceso de desgaste y alteración de las propiedades de un metal o una aleación.

D

Desensamblador: Acción de desacoplar determinada unión o ensamblaje.

Discontinuidad: Interrupción de las propiedades mecánicas de un elemento.

E

Energía cinética: Es la energía que se desarrolla en un cuerpo debido a su movimiento.

Ensamblaje: Unión de varios elementos que forman un componente.

Ensayos: Pruebas de carácter mecánico que comprueban la resistencia de un material y sus propiedades.

F

Fuselaje: Estructura que conforma la aeronave en la cual se aloja los compartimientos de tripulación, pasajeros y carga además de los sistemas.

H

Hidráulica: Ciencia que estudia y trata sobre el comportamiento de los fluidos.

I

Inspección: Procedimiento de constatación de un proceso, servicio o instalación.

M

Mantenimiento: En relación a la aeronáutica implica la realización de procedimientos aplicados a las aeronaves para que su funcionamiento sea efectivo.

Morro: Corresponde a la nariz de la estructura de la aeronave colocado en la parte delantera del avión.

O

Operabilidad: Indica que se encuentra en óptimas condiciones para ser operado.

P

Par de Apriete: Es el par de fuerzas aplicadas a un tornillo o tuerca

R

Rehabilitación: Acciones o procedimientos a fin de recuperar la funcionalidad de determinado elemento.

Rendimiento: Resultado de un proceso de trabajo por un determinado tiempo.

T

Tolerancia: Márgenes de valores predeterminados de las propiedades de un elemento.

V

Viga: Elemento metálico rígido de forma horizontal proyectado a soportar y transmitir cargas.

Abreviaturas

SAE: Servicio Aéreo del Ejército

STALL: Disminución de la fuerza de sustentación

STOL: Despegue y Aterrizaje corto

NDI: Ensayos no Destructivos

MRPM: Programa de Mantenimiento Recomendado por el fabricante

TLV: Tiempo Límite de Vida

TLR: Tiempo Límite de Revisión

O.C. On Condition (en condición)

PSI: Libra por Pulgada Cuadrada

ATA: Air Transport Association (Asociación de Transporte Aéreo)

ASTM: Sociedad Americana para Pruebas y Materiales

IPN: Perfil estructural laminado

ANEXOS