



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“Inspección del Strut and Strut wing attachment inspection, de acuerdo a los Items de la operación 18 y datos de mantenimiento aplicables a la aeronave Cessna 150M, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.”

Tintin Sánchez, Pablo Jacob

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica

Mención Motores

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

Tlgo. Arévalo Rodríguez, Esteban Andrés

07 de Julio del 2022

Latacunga



TINTIN SÁNCHEZ PABLO JACOB.pdf

Scanned on: 22:2 July 8, 2022 UTC



Overall Similarity Score



Results Found



Total Words in Text

Identical Words	159
Words with Minor Changes	245
Paraphrased Words	194
Omitted Words	0





**Departamento De Ciencias De La Energía y Mecánica
Carrera De Mecánica Aeronáutica Mención Motores**

Certificación

Certifico que la monografía, ***“Inspección del Strut and Strut Wing Attachment Inspection, de Acuerdo a Los Items de la Operación 18 y Datos de Mantenimiento Aplicables a la Aeronave Cessna 150m, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas – Espe.”***, fue realizado por el señor **Tintin Sánchez, Pablo Jacob**, el mismo que cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, además fue revisado y analizado en su totalidad por la herramienta de prevención y/o verificación de similitud de contenidos, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 07 de julio del 2022



firmado electrónicamente por:
**ESTEBAN ANDRES
AREVALO RODRIGUEZ**

TLGO. ARÉVALO RODRÍGUEZ, ESTEBAN ANDRÉS

C.C.:0604248062

Director del proyecto



**Departamento De Ciencias de la Energía y Mecánica
Carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Motores**

Responsabilidad De Autoría

Yo, **TINTIN SÁNCHEZ, PABLO JACOB**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“INSPECCIÓN DEL STRUT AND STRUT WING ATTACHMENT INSPECTION, DE ACUERDO A LOS ITEMS DE LA OPERACIÓN 18 Y DATOS DE MANTENIMIENTO APLICABLES A LA AERONAVE CESSNA 150M, PERTENECIENTE A LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS – ESPE.”**, es de mi autoría y responsabilidad, cumpliendo con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, respetando los derechos intelectuales de terceros y referenciando las citas bibliográficas.

Consecuentemente el contenido de la investigación mencionada es veraz.

Latacunga, 07 de julio de 2022

TINTIN SÁNCHEZ, PABLO JACOB

C.C.: 1600601502

Autor



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

Autorización de publicación

Yo, **Tintin Sanchez, Pablo Jacob**, con cédula de ciudadanía N° 1600601502, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“Inspección del Strut and Strut wing attachment inspection, de acuerdo a los Items de la operación 18 y datos de mantenimiento aplicables a la aeronave Cessna 150M, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.”**, en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

Latacunga, 07 de julio del 2022

.....
Tintin Sánchez, Pablo Jacob

C. C.: 1600601502

Dedicatoria

El presente proyecto investigativo lo dedico primeramente a Dios, por darme la sabiduría, la Bendición y la salud para poder seguir con mis sueños. A mis padres por darme la vida, siempre apoyarme y brindarme la oportunidad de continuar con mis estudios, A mi esposa por ser mi apoyo y mi consejera en los buenos y malos momentos y con su amor poder finalizar mis metas.

A mi hijo quien ahora es la persona más importante en mi vida y quien es mi impulso para seguir creciendo como persona y profesional.

A por último a todas las personas que me han brindado su apoyo y han hecho que el proyecto se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a mi familia por apoyarme cuando más lo necesitaba, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día de verdad mil gracias familia y que Dios les colme de Bendiciones.

Tintin Sánchez, Pablo Jacob

Agradecimiento

A Dios por darme la sabiduría y la fuerza para culminar esta etapa académica. Al director de proyecto de graduación, por su guía, comprensión, paciencia, entrega y valiosos consejos a lo largo del proceso de investigación.

A mis padres por su apoyo brindado a lo largo de mi carrera, gracias a la universidad por permitir convertirme en un profesional en lo que tanto me apasiona, a cada Docente que hizo parte de este proceso integral de formación, que deja como producto una persona con muchos conocimientos y buenos valores que me permitirán defenderme a lo largo de mi vida.

Finalmente, a toda mi familia y amigos que estuvieron conmigo en todo este proceso de formación, quienes confiaron en mí y nunca me dieron la espalda, aportaron con cada consejo que me ayudo en mi etapa profesional y así poder finalizar con éxito

Tintin Sánchez, Pablo Jacob

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Carátula.....	1
Reporte de verificación de contenido.....	2
Certificación.....	3
Responsabilidad de autoría.....	4
Autorización de publicación.....	5
Dedicatoria.....	6
Agradecimiento	7
Índice de contenidos.....	8
Índice de figuras.....	11
Índice de tablas	13
Resumen	14
Abstract	15
Capítulo I: Planteamiento del problema	16
Justificación e Importancia.....	18
Objetivos	19
<i>Objetivo general</i>	19
<i>Objetivos específicos</i>	19
Alcance.....	19
Capítulo II: Aeronave Cessna 150M.....	21
Características generales de la aeronave Cessna 150M.....	22
Especificaciones técnicas de la Cessna 150M	23
Alas.....	23
Clasificación de las alas.....	25
<i>Formas de las alas</i>	25
Posiciones del ala.....	27

<i>Ala alta</i>	26
<i>Ala media</i>	27
<i>Ala baja</i>	28
<i>Diedros</i>	28
Estructura de la aeronave	29
<i>Largueros</i>	29
<i>Larguerillos</i>	29
<i>Costillas</i>	30
Ensayos no destructivos.....	31
<i>NDI Non - destructive inspections</i>	31
<i>Inspección de partículas magnéticas</i>	31
<i>Inspección de líquidos penetrantes</i>	32
<i>Corrientes inducidas</i>	33
<i>Inspección visual</i>	34
<i>Inspección por ultrasonido</i>	34
<i>Inspección por rayos x</i>	35
Tipos de inspecciones	36
<i>Inspección pre-vuelo</i>	36
<i>Inspección en proceso</i>	37
<i>Inspección diaria</i>	37
<i>Inspección de tiempo límite</i>	37
<i>Inspección por letras</i>	38
<i>Inspección anual / 100 horas</i>	38
Capítulo III: Descripción general.....	40
Medidas de seguridad	40
Procedimiento.....	41
Documentación Técnica.....	42
Preparación y limpieza del ala para inspeccionar	43
Inspección interna estructural de las alas	47
Procedimiento.....	47

Resultados	49
Inspección de los soportes del ala con el fuselaje.....	50
Proceso de inspección.....	50
Resultados	52
Inspección del strut.....	53
Resultados	56
Capítulo IV: Conclusiones	57
Recomendaciones	57
Glosario de términos.....	59
Biografía.....	61
Anexos.....	63

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 <i>Aeronave Cessna 150M</i>	22
Figura 2 <i>Partes del ala</i>	24
Figura 3 <i>Tipos de alas</i>	26
Figura 4 <i>Aeronave de ala alta</i>	27
Figura 5 <i>Aeronave de ala media</i>	27
Figura 6 <i>Aeronave de ala baja</i>	28
Figura 7 <i>Diedros</i>	28
Figura 8 <i>Larguero del ala</i>	29
Figura 9 <i>Larguerillo del ala</i>	30
Figura 10 <i>Costillas del ala</i>	30
Figura 11 <i>Ensayos no destructivos</i>	31
Figura 12 <i>Ensayos no destructivos por partículas magnéticas</i>	32
Figura 13 <i>Inspección por líquidos penetrantes</i>	33
Figura 14 <i>Corrientes inducidas</i>	33
Figura 15 <i>Inspección Visual</i>	34
Figura 16 <i>Inspección por ultrasonido</i>	35
Figura 17 <i>Inspección por Rayos X</i>	36
Figura 18 <i>Equipo de seguridad</i>	41
Figura 19 <i>Aeronave Cessna 150M</i>	42
Figura 20 <i>Service Manual Cessna 150M</i>	42
Figura 21 <i>Service Manual Cessna 150M</i>	43

Figura 22 <i>Ala derecha de la aeronave</i>	44
Figura 23 <i>Limpieza de la superficie del ala</i>	45
Figura 24 <i>Tapas de inspección</i>	45
Figura 25 <i>Tapas de inspección removidas</i>	46
Figura 26 <i>Ala lista para la inspección visual</i>	46
Figura 27 <i>Remoción del carenado de las puntas de ala</i>	47
Figura 28 <i>Inspección interna</i>	48
Figura 29 <i>Inspección visual</i>	48
Figura 30 <i>Inspección visual ala derecha</i>	49
Figura 31 <i>Instalación de las tapas de inspección</i>	49
Figura 32 <i>Retiro de los carenados</i>	50
Figura 33 <i>Inspecciones corrientes inducidas</i>	51
Figura 34 <i>Inspección en la parte del fuselaje</i>	51
Figura 35 <i>Torquímetro calibrado</i>	52
Figura 36 <i>Remoción del carenado</i>	53
Figura 37 <i>Inspección Eddy current en el parante</i>	54
Figura 38 <i>Inspección parte interna del fuselaje</i>	54
Figura 39 <i>Sección cuatro del Service Manual</i>	55
Figura 40 <i>Herramienta de calibración</i>	56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 *Características generales de la aeronave Cessna 150M* 22

Tabla 2 *Especificaciones técnicas de la aeronave Cessna 150M*..... 23

Resumen

Las aeronave cuenta con elementos estructurales principales como: fuselaje, alas, grupo propulsor y superficies de control primarias y secundarias; donde las alas están formadas por costillas, largueros y larguerillos cubiertos con una lámina de aluminio, formando un perfil aerodinámico que permiten que se aplique el efecto venturi que genera una diferencia de presión entre su cara superior (extradós) y su cara inferior (intradós), al desplazarse por el aire produce la sustentación que mantiene a la aeronave en vuelo. Para que las alas se encuentren en condiciones óptimas y seguras de vuelo se debe realizar distintas inspecciones a lo largo de su tiempo de operación, que podemos encontrar en el programa de prevención contra la corrosión "CPCP", en donde explica el proceso que se debe seguir para realizar las tareas de inspección de manera correcta, además indica las zonas a las que se debe poner más atención, que son propensas a daños. Se debe tomar en cuenta que antes de realizar cualquier tarea o trabajo de mantenimiento se debe hacer una limpieza para una mejor visión de las partes o componentes que se van a inspeccionar. Con esto se puede garantizar que las alas se encuentran en óptimo estado y que no existe ninguna condición que arriesgue la integridad estructural de las mismas.

Palabras clave: Mantenimiento mecánico, inspección visual, sustentación del avión Cessna 150m, aerodinámica del avión.

Abstract

The aircraft has main structural elements such as: fuselage, wings, propulsion group and primary and secondary control surfaces; where the wings are formed by ribs, stringers and stringers covered with an aluminum sheet, forming an aerodynamic profile that allows the application of the venturi effect that generates a pressure difference between its upper face (extrados) and its lower face (intrados), when moving through the air produces the lift that keeps the aircraft in flight. In order for the wings to be in optimal and safe flight conditions, different inspections must be performed throughout their operation time, which can be found in the "CPCP" corrosion prevention program, where it explains the process that must be followed to perform the inspection tasks correctly, and also indicates the areas to which more attention must be paid, which are prone to damage. It should be taken into account that before performing any task or maintenance work, a cleaning should be done for a better view of the parts or components to be inspected. This will ensure that the wings are in optimal condition and that there is no condition that could jeopardize their structural integrity.

Key words: Mechanical maintenance, visual inspection, support of the Cessna 150M airplane, aircraft aerodynamic.

Capítulo I

Planteamiento del problema de investigación

Antecedentes

La carrera de Mecánica Aeronáutica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE campus Guillermo Rodríguez Lara es la encargada de formar Tecnólogos en mantenimiento aeronáutico capaces de desarrollar tareas de mantenimiento a las aeronaves, esto gracias a que la carrera cumple con los estatutos y reglamentos del Consejo de Educación Superior (CES); además se rige por lo estipulado en la Regulación de la Dirección General de Aviación Civil (RDAC) Parte 147, como Centro de Instrucción Aeronáutica Civil para formación de Mecánicos de Mantenimiento de Aeronaves (CIAC).

En las instalaciones de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE se cuenta con aeronaves, laboratorios de instrucción muy bien equipados, y las herramientas necesarias para efectuar prácticas de mantenimiento, los cuales son utilizados para complementar la teoría con la práctica lo cual permite al estudiante prepararse a fin de minimizar el error humano y contar con personal apto, experto, hábil y competente al momento de laborar dentro de una empresa de aviación.

La carrera de Mecánica Aeronáutica posee aeronaves que son utilizadas para que los estudiantes desarrollen y apliquen los conocimientos adquiridos en las aulas y laboratorios, por este motivo es de suma importancia que tanto los equipos y herramientas que serán parte del aprendizaje práctico se encuentren en condiciones óptimas, brindando el mantenimiento requerido debido a que en aviación, una falla, sea de índole; humano, mecánico o electrónico, no brinda una segunda oportunidad; en tal razón, el personal que labora en el área de mantenimiento aeronáutico debe ser altamente capacitado, calificado y cualificado

Planteamiento del problema

El mantenimiento aeronáutico es uno de los puntos más delicados de la aviación, tanto cuando una aeronave vuela, debido a los altos costes de operación, como cuando falla por falta de un repuesto, haciendo que esté inoperativa. En este caso por ser un Centro de Instrucción de Aviación Civil Aprobado, las aeronaves con las que cuenta la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE se encuentran inoperativas dando como consecuencia a que sus componentes se deterioren.

Por este motivo es necesario realizar un mantenimiento de forma regular e inspeccionar que los componentes de las aeronaves se encuentren en buen estado para que sirvan de material de apoyo para el estudiante, caso contrario se debe aplicar el aprendizaje adquirido en las aulas y efectuar las tareas correspondientes para dejar al componente en óptimas condiciones, esto con el fin de alargar su vida útil.

La aeronave Cessna 150M perteneciente a la carrera de Mecánica Aeronáutica al encontrarse en un espacio descubierto sin ninguna protección frente a las diversas condiciones climáticas dan como consecuencia que se produzcan desgastes, corrosión entre otras anomalías que afectará a los diferentes sistemas de los mismos. Por este motivo es importante realizar un reacondicionamiento basándose en la información que indica el manual de mantenimiento correspondiente al motor o a la aeronave.

Para un funcionamiento óptimo de la aeronave se requiere un mantenimiento minucioso, ya que es uno de los componentes de vital importancia para que una aeronave pueda volar de forma segura, por ende, el personal de mantenimiento debe

contar con los manuales de mantenimiento respectivamente actualizados, así como también con el equipo y herramientas necesarias para efectuar tareas de mantenimiento, todo esto bajo la aprobación del fabricante.

Justificación e Importancia

El presente proyecto tiene como objetivo realizar la inspección de 2000 horas al conjunto de las alas y a los parantes que unen a las alas con el fuselaje de la aeronave Cessna 150M, perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, esto con el fin de que la carrera de Mecánica Aeronáutica pueda brindar una formación adecuada a los estudiantes que conforman la misma, mediante la manipulación de los equipos de instrucción. Ya que es necesario para que puedan desarrollar sus capacidades y mejorar la comprensión en diferentes áreas que se verán inmersos dentro del campo aeronáutico.

Al realizar una inspección a las alas y los parantes que unen al fuselaje se podrá evidenciar y evaluar el estado en el que se encuentra el mismo, y dependiendo de eso se procederá a realizar un mantenimiento de acuerdo a los lineamientos que ordene el manual previsto por el fabricante, esto con la finalidad de que tanto los docentes y estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica puedan contar con los materiales, herramientas y componentes en óptimas condiciones para su desarrollo en el campo práctico, ya que por ser una carrera técnica tiene como objetivo la especialización de los estudiantes para que puedan desarrollar sus obligaciones laborales con la mayor autonomía.

Además, la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE en conjunto con la carrera de Mecánica Aeronáutica tienen como objetivo ofertar tecnólogos

preparados con los mejores estándares de educación, contribuyendo de esta manera al desarrollo de la aviación en el Ecuador, así como también beneficiando no solo a los estudiantes si no a todas las personas que conformamos la comunidad aeronáutica, dando como resultado que la Universidad siga creciendo en su prestigio a nivel Nacional e Internacional.

Objetivos

Objetivo general

Preservar las alas y los parantes que unen al fuselaje de la aeronave Cessna 150M acorde a la documentación técnica correspondiente perteneciente a la Universidad De Las Fuerzas Armadas ESPE.

Objetivos específicos

- Obtener la información técnica necesaria de los manuales de mantenimiento dados por el fabricante para la aplicación de la tarea de mantenimiento.
 - Inspeccionar el estado en el que se encuentra las alas y los parantes de la aeronave Cessna 150M.
 - Efectuar las tareas de mantenimiento establecidas en el manual de mantenimiento del fabricante para la inspección de las alas y los parantes.

Alcance

El desarrollo de este proyecto tiene como finalidad determinar el estado en el que se encuentra los parantes que unen a las alas al fuselaje de la aeronave Cessna para posteriormente efectuar las tareas de mantenimiento correspondientes para su

preservación, de esta manera se aporta al beneficio de todos los que conforman la carrera de Mecánica Aeronáutica, el mismo que servirá tanto a docentes como estudiantes para su desarrollo de enseñanza y aprendizaje, dando un servicio de calidad en el proceso de formación profesional.

Capítulo II

Marco teórico

Aeronave Cessna 150M

El prototipo de Cessna 150, voló por primera vez el 12 de septiembre de 1957, y su producción que comenzó en septiembre de 1958 en la Cessna Wichita, planta Kansas. (ASA, 2020)

También fueron producidos 216 aviones por Reims Aviation bajo licencia en Francia. Estos 150 manufacturados por franceses fueron designados Reims F-150, la "F", que indica que fueron construidos en Francia.

Los fabricados en Estados Unidos fueron producidos con la A-200 O-motor Continental 100 CV, pero el avión Reims son alimentados por un Rolls Royce de Piedra O-200-As, con un poco de Continental O-240-A versiones alimentadas Continental.

Esta es una de las aeronaves más populares para vuelos de entrenamiento. Muchos centros de instrucción para la formación de pilotos poseen al menos una aeronave de estas características disponibles para instrucción o alquiler. Además, las Cessna 150 usados son aeronaves privadas bastantes accesibles. Esta aeronave está muy bien considerada entre los pilotos por su facilidad para volar con el sin tener que afrontar dificultades especiales. Todos los Cessna 150 cuentan con unos flaps muy seguros que se despliegan hasta 40 grados, haciendo del aterrizaje con los flaps totalmente desplegados un agradable desafío para los estudiantes pilotos como para los pilotos más experimentados.

Figura 1*Aeronave Cessna 150M*

Nota. Se muestra la aeronave Cessna 150M aterrizando en el aeropuerto José Joaquín de Olmedo Guayaquil. Tomada de (Guayaquil, 2014)

La aeronave sobrevoló durante algún tiempo el espacio aéreo, cubriendo varias rutas en las que se formaba a pilotos en la escuela de aviación de pilotos AMAZONAS AIR.

Luego de un tiempo fue dado de baja por nuevas adquisiciones para finalmente ser parte del parque aeronáutico de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE Sede Latacunga.

Características generales de la aeronave Cessna 150M**Tabla 1***Características generales de la aeronave Cessna 150M*

CARACTERÍSTICAS			
Tripulación	2 personas (piloto, copiloto)	Envergadura	7,28 m
Capacidad	2 personas	Longitud	10,15 m
Motor	Continental O-200-A	Altura	2,58 m

CARACTERÍSTICAS			
Peso de despegue	1600 lbs	Aceleración máxima	2700 rpm
Peso en vacío	1129 lbs	Velocidad de Crucero	106 Knots

Nota. La

tabla muestra las características generales de la aeronave Cessna 150 M. Tomado de (150, 1977)

Especificaciones técnicas de la Cessna 150M

Tabla 2

Especificaciones técnicas de la aeronave Cessna 150M

ESPECIFICACIONES	
Tipo	Aeronave de categoría utilitaria
Fabricante	Cessna Aircraft
Primer vuelo	12 de septiembre de 1957
Producción	1957 – 1977
Nº construidos	23949

Nota. La

tabla muestra las especificaciones técnicas de la aeronave Boeing 727-100. Tomado de (Conforti, 2018)

Alas.

Se denomina ala a una superficie aerodinámica que ayuda a sustentar a la aeronave más pesada que el aire. Cuando se coloca por encima del fuselaje (alas altas), las alas proporcionan una vista sin restricciones hacia abajo y una buena estabilidad lateral. Las alas de sombrilla, colocadas en puntales muy por encima del fuselaje de los hidroaviones, ayudan a proteger al motor de las salpicaduras de agua. (Gay, 2020)

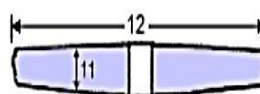
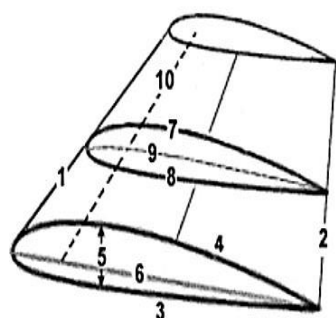
En su diseño se tienen en cuenta numerosos aspectos: peso máximo a

soportar, resistencias generadas, comportamiento en la pérdida. Por lo tanto, todos aquellos factores que proporcionen el rendimiento óptimo para compaginar la mejor velocidad con el mayor alcance y el menor consumo de combustible posible. (Transportation, 2012)

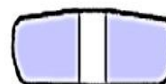
Figura 2

Partes del ala

- 1 - Borde de ataque.
- 2 - Borde de salida.
- 3 - Intrados.
- 4 - Extradós.
- 5 - Espesor.
- 6 - Cuerda.
- 7 - Curvatura superior.
- 8 - Curvatura inferior.
- 9 - Curvatura media.
- 10 - Línea 25% de la cuerda.
- 11 - Cuerda media.
- 12 - Envergadura.



Mayor alargamiento,
Menor resistencia inducida.



Menor alargamiento,
Mayor resistencia inducida.

$$\bullet \text{ Superficie alar} = \text{Cuerda media} * \text{Envergadura}$$

$$\text{Alargamiento} = \frac{\text{Envergadura}}{\text{Cuerda media}}$$

Nota. Se muestra un ala y sus partes. Tomado de (Fernandez, 1988)

- **Borde de ataque:** Es el borde delantero del ala, o sea la línea que une la parte anterior de todos los perfiles que forman el ala o, dicho de otra forma: la parte del ala que primero toma contacto con el flujo de aire. (Dusenbury, 2018)
- **Borde de salida:** Es el borde posterior del ala, es decir la línea que une la parte posterior de todos los perfiles del ala o dicho de otra forma: la parte del ala por donde el flujo de aire perturbado por el ala retorna a la corriente libre. (Dusenbury, 2018)
- **Extradós:** Parte superior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida.

- **Intradós:** Parte inferior del ala comprendida entre los bordes de ataque y salida.
- **Cuerda:** Es la línea recta imaginaria trazada entre los bordes de ataque y de salida de cada perfil.
- **Cuerda media:** Como los perfiles del ala no suelen ser iguales, sino que van disminuyendo hacia los extremos, lo mismo sucede con la cuerda de cada uno. Por tanto, al tener cada perfil una cuerda distinta, lo normal es hablar de cuerda media. (Crane, 2022)

Clasificación de las alas

Formas de las alas

- **Rectangular o recta.** Es típica de las aeronaves de aviación menor, un ala con forma de rectángulo. Muy barata y fácil de construir. Esta ala se instala en aeronaves que realicen vuelos cortos a baja velocidad. (Sterkenburg & Kroes, 2019)
- **Ala recta con estrechamiento:** También típica de aeronaves de aviación menor, la punta se reduce progresivamente dándole una forma trapezoidal. Es más eficiente que el ala recta dando para una dificultad de construcción no mucho mayor, es posible encontrar este tipo de ala en las aeronaves supersónicas. (Aviation, 2003)
- **Elíptica.** Su forma es de elipse y es muy eficiente en su relación al peso -

resistencia. Típica de algunos cazas de la Segunda Guerra Mundial ya que no utilizaban dispositivos de punta de ala. Bastante complicada de construir, es un ala prácticamente en desuso. (Cockburn, 2010)

- **Flecha.** El ala forma un ángulo no recto con el fuselaje, se ingenió para reducir la aparición de ondas de choque a velocidades subsónicas, y por ello es muy eficiente a altas velocidades. Son típicas de aeronaves de vuelo subsónico alto, de esta forma consigue reducir el número de Mach. (Gudmundsson, 2020)
- **Delta:** Es el ala generalmente usada para aeronaves en vuelo supersónico, especialmente en cazas de combate. La gran ventaja de esta ala es que consigue que el borde de ataque del ala quede retrasado respecto a la onda de choque generada por la punta de la aeronave. (Stevens, 2018)

Figura 3

Tipos de alas



Nota. Se muestra los diferentes tipos de alas. Tomado de (Dusenbury, 2018)

Posiciones del ala

Ala alta

Se instala en la parte superior al fuselaje. Un modelo de ala alta es mucho

más estable que uno de ala baja y tenderá menos al balanceo o efecto péndulo. El peso del avión está debajo del ala (su centro de gravedad C.G.), por lo que el fuselaje tiende a estabilizarse hacia abajo. (Lombardo, 2017)

Figura 4

Aeronave de ala alta



Nota. Se muestra una aeronave de ala alta. Tomado de (Lombardo, 2017)

Ala media

Se une al fuselaje por la parte media del mismo. Sus características están entre la estabilidad del ala alta y la maniobrabilidad del ala baja. El ala media es la más utilizada en aviación comercial. (Sadraey, 2018)

Figura 5

Aeronave de ala media



Nota. Se muestra de ala media. Tomado de (Sadraey, 2018)

Ala baja

Quizás la más maniobrable, se sitúa bajo el fuselaje de la aeronave.

Numerosas aeronaves corporativas, cazas y aeronaves acrobáticas utilizan este tipo de disposición. (Aviation, Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge, 2022)

Figura 6

Aeronave de ala baja



Nota. Se muestra una aeronave de ala baja. Tomado de (Aviation, Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge, 2022)

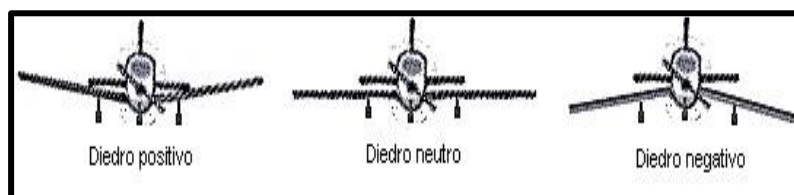
Diedros

Visto a la aeronave de frente, ángulo en forma de "V" que forman las alas con respecto al horizonte. El ángulo diedro puede ser positivo, neutro, o negativo.

Volviendo a nuestros brazos en cruz, en posición normal tenemos diedro neutro, si los subimos tienen diedro positivo y si los bajamos tienen diedro negativo. (Jhonson, s.f.)

Figura 7

Diedros



Nota. Se muestra una aeronave de ala baja. Tomado de (Jhonson, s.f.)

Estructura de la aeronave

La estructura interna del ala está constituida de larguero larguerillos y costillas:

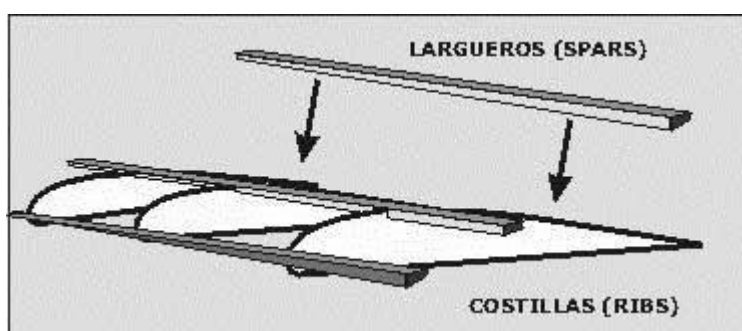
Largueros

Son los principales miembros estructurales del ala.

Corresponden a los largueros del fuselaje. Están paralelamente al eje lateral de la aeronave, desde el fuselaje hacia la punta del ala, y generalmente se unen al fuselaje mediante accesorios de ala. (Nogales Del Valle, 2020)

Figura 8

Larguero del ala



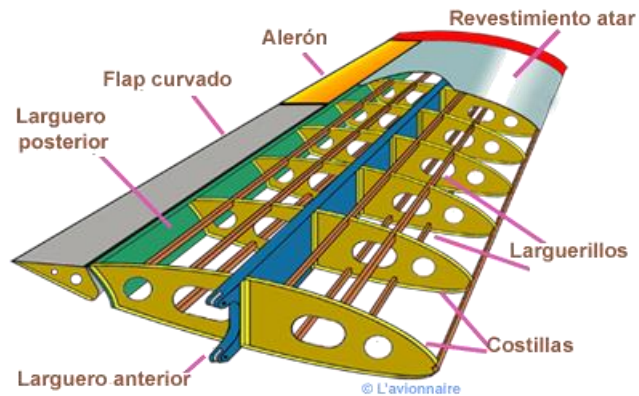
Nota. Se muestra el larguero del ala. Tomado de (Nogales Del Valle, 2020)

Larguerillos

Se emplea para reforzar la estructura del ala estas partes estructurales están ubicadas de forma longitudinal a través de las costillas con se muestra, los largueros proporcionan la superficie necesaria para unirse con remaches las uniones del recubrimiento del ala. (Bonet, 2014)

Figura 9

Larguerillo del ala



Nota. Se muestra los larguerillos del ala. Tomado de (Bonet, 2014)

Costillas

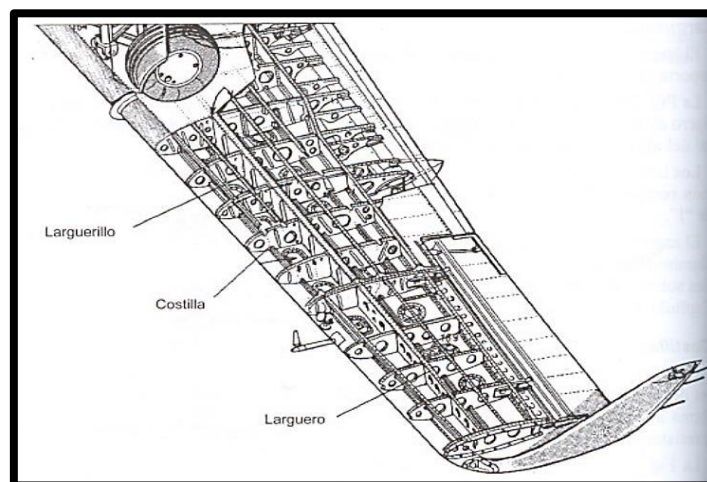
Las costillas son elementos transversales del ala y cumplen dos funciones:

(Goirigolzarri Gutiérrez, 2017)

- Dar forma al contorno del ala.
- Añadir rigidez y resistencia al con junto.

Figura 10

Costillas del ala



Nota. Se muestra las costillas del ala. Tomado de (Goirigolzarri Gutiérrez, 2017)

Ensayos no destructivos

NDI Non - destructive inspections

Los ensayos no destructivos (Non-destructive Inspection) es el tipo de inspección realizada a un material que no altere de forma permanente sus propiedades físicas, químicas, mecánicas o dimensionales. Los diferentes métodos de ensayos no destructivos se basan en la aplicación de fenómenos físicos como rayos x, partículas magnéticas, corrientes inducidas, visual, ultrasonido y cualquier tipo de prueba que no implique un daño considerable al componente examinado. (Rajani & Kleiner, 2004)

Figura 11

Ensayos no destructivos



Nota. Se muestran realizando una inspección de NDI. Tomado de (Rajani & Kleiner, 2004)

Inspección de partículas magnéticas.

Es un método para detectar grietas, vueltas, juntas, huecos, pozos subsuperficiales y otras discontinuidades superficiales o ligeramente subsuperficiales en materiales ferromagnéticos. La inspección de partículas magnéticas puede usarse solo en materiales ferro-magnéticos (hierro y acero). Las partículas magnéticas se

aplican sobre una superficie seca, en forma de polvo o húmeda, como partículas en un vehículo líquido como aceite o agua. (Hull & John, 1988)

Figura 12

Ensayos no destructivos por partículas magnéticas



Nota. Se muestran realizando una inspección de NDI por partículas magnéticas. Tomado de (Hull & John, 1988)

Inspección de líquidos penetrantes.

Se realiza en componentes metálicos y no metálicos para encontrar discontinuidades de materiales que están abiertas a la superficie y que pueden no ser evidentes para la inspección visual normal. El componente debe estar limpio antes de realizar la inspección por líquidos penetrantes. El objetivo básico de la inspección penetrante es aumentar el contraste visible entre una discontinuidad y su fondo. (Baldev Raj, 2002)

Esto se logra aplicando un líquido de alta potencia de penetración que ingresa en la apertura superficial de una discontinuidad. El exceso de penetrante se elimina y luego se aplica un líquido revelador que extrae el líquido del defecto para revelar la discontinuidad. La evidencia visual del defecto sospechado se puede ver ya sea por un contraste de color en luz blanca visible normal o por fluorescencia bajo luz ultravioleta negra. (Baldev Raj, 2002)

Figura 13

Inspección por líquidos penetrantes



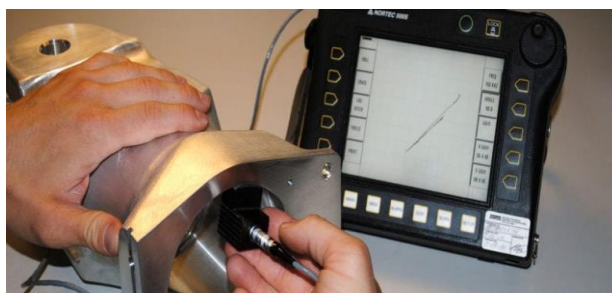
Nota. Se muestran la aplicación del líquido penetrante. Tomado de (Baldev Raj, 2002)

Corrientes inducidas

Pertencen al campo de los métodos de localización electromagnéticos y aparecen en la literatura como técnicas de detección por EC. Estos procedimientos comenzaron a desarrollarse a partir de los años 50, conjuntamente con el desarrollo de la electrónica integrada y los grandes impactos de la industria nuclear, aeronáutica y petroquímica. La técnica de inspección por EC es una de las más utilizadas para la evaluación de piezas metálicas por su eficiente velocidad de inspección, por no requerir contacto entre el material de prueba y la sonda, y porque ofrecen unos resultados casi instantáneos. (Ochoa, 2018)

Figura 14

Corrientes inducidas



Nota. Se muestran realizando la inspección por corrientes inducidas. Tomado de (Ochoa, 2018)

Inspección visual

Una inspección visual es el método principal de inspección para la mayoría de los tipos de daños penetran, erosionan o astillan la superficie compuesta, haciendo que el daño sea visible. Una vez que se detecta el daño, el área afectada debe inspeccionarse más de cerca usando linternas, lupas, espejos y baroscopios. (MATZKANIN, 2007)

Figura 15

Inspección Visual



Nota. Se muestran realizando la inspección visual. Tomado de (MATZKANIN, 2007)

Inspección por ultrasonido

La inspección ultrasónica ha demostrado ser una herramienta muy útil para la detección de delaminaciones internas, vacíos o inconsistencias en componentes compuestos que de otro modo no serían discernibles utilizando la metodología visual. Cada técnica de ultrasonido usa energía de onda de sonido con una frecuencia superior al rango audible.

Cuando una onda ultrasónica golpea un objeto que interrumpe, la onda o energía se absorbe o se refleja de nuevo en la superficie. La energía sónica interrumpida o disminuida es captada por un transductor receptor y convertida en una pantalla le permite al operador evaluar las indicaciones discrepantes comparativamente con aquellas áreas que se sabe que son buenas. (K.Hsu, 2006)

Figura 16

Inspección por ultrasonido



Nota. Se muestran realizando la inspección por ultrasonido. Tomado de (K.Hsu, 2006)

Inspección por rayos x

Inspección por rayos X es un método NDI muy útil porque, esencialmente permite ver el interior del componente. Este método de inspección se logra pasando rayos X a través de la pieza o conjunto que se está probando mientras se registra la absorción de los rayos sobre una película sensible a los rayos X. (Mery, 2015)

Figura 17*Inspección por Rayos X*

Nota. Se muestran realizando la inspección por ultrasonido. Tomado de (Mery, 2015)

Tipos de inspecciones

Las inspecciones se realizan de acuerdo a distintos factores como horas, ciclos, o daños; esto se realiza para prevenir accidentes e incidentes y así garantizar la aeronavegabilidad de la aeronave. El piloto al mando de una aeronave civil es responsable de determinar si esa aeronave está en condiciones de vuelo seguro. Por lo tanto, la aeronave debe ser inspeccionada antes de cada vuelo. Los técnicos de mantenimiento aeronáutico deben realizar inspecciones más detalladas al menos una vez cada 12 meses calendario, mientras que otras después de cada 100 horas de vuelo deben inspeccionarlas y de acuerdo a la información del manual del fabricante de la aeronave. (Itaérea, 2021)

Inspección pre-vuelo

Es la inspección realizada antes del vuelo para verificar que la aeronave está apta para el vuelo que se intenta realizar. No incluye una rectificación de defecto. (Itaérea, 2021)

Inspección en proceso

Es una inspección que garantiza un nivel adecuado de seguridad de un cambio de componente de aeronave, una reparación, una modificación y acciones correctivas de mantenimiento necesarias para solucionar las no conformidades derivadas de las tareas de mantenimiento de verificación de la condición de la aeronave o componente de aeronave. Estas inspecciones no deben ser confundidas con los ítems de inspección requerida (RII), los cuales son definidos por el operador. (Itaérea, 2021)

Inspección diaria

Consisten en una comprobación del nivel de aceite, el cual debe ser revisado entre 15 y 30 minutos después de que los motores se apaguen, de cara a conseguir una lectura precisa del mismo. Significa que el nivel de aceite no puede ser comprobado, por tanto, antes del primer vuelo del día. No obstante, si se tuviera que comprobar el nivel de aceite de manera previa al primer despegue, la aeronave debe efectuar un rodaje de, como mínimo, dos minutos para calentar el aceite. Aunque dicho procedimiento no es habitual, puede resultar necesario en determinados casos (Itaérea, 2021)

Inspección de tiempo límite

Algunas inspecciones presentan tareas de mantenimiento asignadas en función del número de horas que el sistema en cuestión haya estado operando. Dicha asignación se establece para las inspecciones de motores, controles de la aeronave y otros sistemas que se encuentren operando de manera continuada durante el vuelo y/o la rodadura. (Itaérea, 2021)

Inspección por letras

- **Inspección A:** Se realizan cada 400-600 horas o cada 200-300 ciclos (el despegue y el aterrizaje son considerados como un solo ciclo para la aeronave), en función del tiempo de aeronave. Son necesarias entre 50 y 70 horas-hombre y, normalmente, son realizadas en los hangares en tierra, presentando unas duraciones mínimas de 10 horas (Tecnología, 2018).
- **Inspección B:** Se realizan, aproximadamente, cada 6-8 meses. Son necesarias entre 160 y 180 horas-hombre, dependiendo del tipo de aeronave, y presentan una duración de entre 1 y 3 días, siendo dichas inspecciones realizadas en los hangares de los aeropuertos (Tecnología, 2018).
- **Inspección C:** Se realizan cada 20-24 meses, cuando la aeronave cumple con un número determinado de horas de vuelo ("Flight hours" = FH), aunque la regularidad de este tipo de inspección también puede ser fijada por el fabricante. Son mucho más profundas que las revisiones B, puesto que requieren la inspección de un número de piezas mucho mayor. Estas revisiones dejan fuera de servicio a la aeronave, la cual no puede abandonar el lugar de mantenimiento hasta que la verificación haya sido completada. Dicho control requiere, también, un mayor espacio que las inspecciones A y B, de modo que se lleva a cabo en un hangar de una base de mantenimiento.
- **Inspección D:** Son las inspecciones más completas y exigentes para la aeronave. Se trata de un tipo de chequeo efectuado, aproximadamente, cada 6 años, y consiste en una inspección en la que se trata, prácticamente, a la totalidad de la aeronave para su inspección y reparación. En este caso, incluso la pintura debe ser retirada en su totalidad, de cara a una inspección más profunda que la realizada en el fuselaje. (Itaérea, 2021)

Inspección anual / 100 horas

La RDAC Parte 043 Mantenimiento, establece los requisitos básicos para las inspecciones anuales y de 100 horas. Con algunas excepciones, toda la aeronave

debe tener una inspección completa anualmente. (Civil, 2022)

Las aeronaves que se utilizan con fines comerciales y es probable que se utilicen con más frecuencia que las aeronaves no comerciales deben tener esta inspección completa cada 100 horas. (Civil, 2022)

Una lista de verificación debidamente escrita. Aunque el alcance y el detalle de las inspecciones anuales y de 100 horas es idéntico, existen dos diferencias significativas. Una diferencia involucra a personas autorizadas para llevarlas a cabo. Un técnico de mantenimiento certificado de fuselajes y plantas de energía puede realizar una inspección de 100 horas, mientras que una inspección anual debe ser realizada por un técnico de mantenimiento certificado de fuselajes y centrales eléctricas con autorización de inspección. La otra diferencia implica un sobrevuelo autorizado de un máximo de 100 horas antes de la inspección. (Civil, 2022)

Capítulo III

Desarrollo del tema

Descripción general

La preservación de la aeronave se debe realizar de acuerdo a los procedimientos dados en diferentes manuales, en este caso se muestra la inspección del strut attachment según la operación 18 del Service Manual, emitido por el fabricante Cessna 150 Series. Si una aeronave permanece en la intemperie a las condiciones del medio ambiente sin los procedimientos de preservación, será necesario añadir procedimientos de inspección y mantenimiento adicionales antes de que pueda volver a entrar en servicio.

Hay que recalcar de manera muy enfática que no se efectuó algunos de estos procedimientos como señala técnicamente el manual ya que la aeronave no se encuentra en un hangar y esta forma parte de los equipos de instrucción de la universidad, por tal razón, a continuación, se explica de manera clara cuales son los procedimientos técnicos dados por el fabricante para la inspección del strut attachment de las alas.

Medidas de seguridad

La importancia de la seguridad al realizar una actividad se ha vuelto esencial en la industria de la aviación ya que es la forma de mantener el bienestar del personal y aeronavegabilidad de las aeronaves por lo que se debe tener en cuenta:

- El uso de Equipo de Protección Personal.
- Seguridad del Aeronave en Tierra.

- Correcto uso de herramientas y equipos especiales.
- Señalética en zonas de precaución e identificación.
- Manuales de mantenimiento actualizados.

Figura 18

Equipo de seguridad



Nota. Se equipo de seguridad. Tomado de (Sisver, 2020)

Procedimiento

Como primer paso para realizar el trabajo tomando en cuenta las normas de seguridad se procedió a verificar que la aeronave se encuentre con una separación adecuada, para que cuando exista algún movimiento brusco producido por el viento, no se tope con las aeronaves que se encuentran en la plataforma.

Además, se colocaron los tacos en los trenes de la aeronave, que cumplen la función de asegurar la aeronave y evitar que esta se mueva de adelante hacia tras, o se resbale y se impacte con las demás aeronaves de la plataforma en el transcurso de la tarea a realizar.

Figura 19

Aeronave Cessna 150M



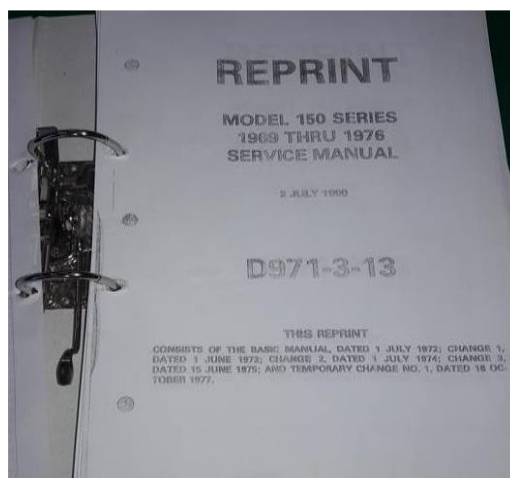
Nota. Se muestra a la aeronave Cessna 150M desmontada el ala izquierda para realizar la inspección. Tomado de (UGT, Universidad (ESPE), 2022)

Documentación Técnica

Para realizar la inspección es necesario la información técnica de cualquier aeronave estos datos son de los manuales de mantenimiento, en este caso se usará el SERVICE MANUAL SECTION "INSPECTION TIME LIMITS - STRUCTURE", en este manual se puede encontrar la afectividad de la aeronave y los procesos que se deben seguir para cada tarea de mantenimiento.

Figura 20

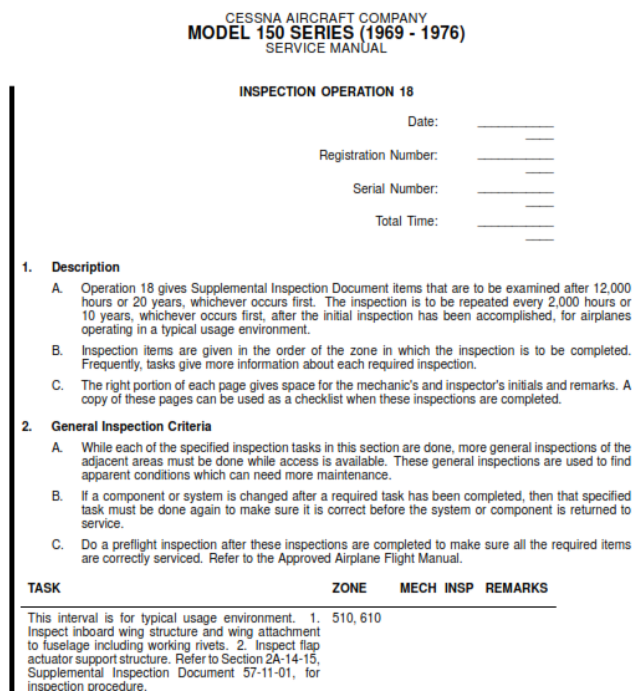
Service Manual Cessna 150M



Nota. Service Manual. Tomado de (UGT, Universidad (ESPE), 2022)

Para poder encontrar la tarea de inspección nos dirigimos a la sección 2A-10-00 inspection time limits (límites de tiempos de inspecciones) en donde nos detalla la tarea (task) el intervalo en la que debe ser realizada (Interval) y las zonas donde debe ser realizada (Referirse al anexo A)

Figura 21
Service Manual Cessna 150M



Nota. Service Manual Inspección operación 18. Tomado de (150M, 1977)

En la operación 18 se puede observar el número de inspección suplementaria 57-11-01 en donde el título es “inspección de la estructura del ala”, correspondiente a las 6000 horas (Referirse al anexo B).

Además, el número de inspección suplementaria 57-40-01 con el título “inspección del montante y uniones del montante” (Referirse al anexo C).

Con las tarjetas de inspección localizada en el manual se pudo comenzar con los primeros pasos para realizar la inspección además ya tenemos todos los

ítems que tenemos que cumplir a lo largo de esta tarea. (Referirse al anexo A, B, C)

Preparación y limpieza del ala para inspeccionar

Antes de realizar cualquier tarea de mantenimiento se debe contar con el equipo de protección personal (EPP) necesario para evitar accidentes y son los siguientes; overol, zapatos puntas de acero y guantes, estos brindarán protección a la persona en el caso que sucediera algún siniestro imprevisto en el transcurso de la tarea.

Como la aeronave estuvo en una zona con mucho polvo este se fue acumulando sobre la superficie la cual no permitía tener una visión óptima del área y poder identificar las discrepancias en la parte externa de la aeronave por lo cual es necesario remover dicha capa.

Figura 22

Ala derecha de la aeronave



Nota. Ala Derecha de la aeronave Cessna 150M.

Se limpió toda la superficie con la tela pañal tratando de no saltar ninguna zona del ala, hay que prestar más atención a las áreas de unión donde es común que se acumule el polvo.

Figura 23*Limpieza de la superficie del ala*

Nota. Limpieza de la superficie del ala.

Se identificaron que existían 7 tapas de inspección en el ala izquierda y 6 en el ala derecha, que se encontraban aseguradas con 3-5 tornillos dependiendo el tamaño, y que están ubicada en lugares estratégicos para poder acceder a la parte interna.

Figura 24*Tapas de inspección*

Nota. Identificación de las tapas de inspección del ala.

Con un destornillador de punta estrella se procedió a retirar los tornillos uno por uno que aseguran las tapas de inspección al fuselaje, como indica la tarea de mantenimiento de acuerdo al manual para realizar la inspección interna.

Figura 25

Tapas de inspección removidas



Nota. Tapas de inspección removidas.

Teniendo acceso a la parte interna de las alas se realizó una revisión previa tales como los miembros estructurales principales, los accesos y lugares en donde está sometido a un stress constante y que pudiera generar alguna discrepancias o discontinuidad en los materiales

Figura 26

Ala lista para la inspección visual



Nota. Se muestra el ala lista para la inspección.

Inspección interna estructural de las alas

Procedimiento

Como indica el manual se remueve los carenados que se encuentran en las puntas de ala y la unión ala - fuselaje que cumple la función de mantener la forma aerodinámica en las zonas de unión de la aeronave.

Figura 27

Remoción del carenado de las puntas de ala



Nota. Se muestra la punta de ala retirado su carenado.

Se realizó la inspección visual en los alrededores de los accesos en busca de desgaste corrosión y rajaduras, además que existe un rozamiento entre las láminas que puede causar desgaste o alguna otra inconformidad. El proceso se repitió en todos los accesos de inspección, buscando alguna discrepancia que sea necesario corregir.

Figura 28*Inspección interna*

Nota. En la figura se observa la parte interna del ala.

Para realizar la inspección visual se comenzará ordenadamente de izquierda a derecha, para no olvidar inspeccionar algún acceso a la parte interna del ala, de esta manera se podrá cumplir con la tarea de forma más eficiente y poder alcanzar los lugares más difíciles.

Se empezó con el acceso de la parte izquierda con la ayuda de una linterna ya que a simple vista no se logra observar, además que los accesos eran demasiado pequeños para observar fácilmente; se logró inspeccionar hasta donde permitía dicho acceso, lo cual no se encontró ninguna novedad y está en condiciones óptimas.

Figura 29*Inspección visual*

Nota. En la figura se observa la inspección visual.

En el ala izquierda al existir un número menor de accesos que en la derecha, se realizó el mismo procedimiento de izquierda a derecha, para así tener un proceso más eficiente y poder cumplir con una inspección visual.

Figura 30

Inspección visual ala derecha



Nota. En la figura se observa la inspección visual ala derecha.

Resultados

Una vez finalizada la inspección se determina que se encuentra en perfectas condiciones no se encontró corrosión, rajaduras o alguna otra discrepancia que ponga en riesgo la integridad del ala izquierda y derecha, como paso final se coloca las tapas de inspección en su respectivo sitio.

Figura 31

Instalación de las tapas de inspección



Nota. En la figura se observa la instalación de las tapas de inspección.

Inspección de los soportes del ala con el fuselaje

En el manual de mantenimiento al ejecutar esta inspección se realizará una prueba de ensayos no destructivos por corrientes inducidas en los alrededores de las perforaciones de los pernos que sujetan al ala con el parante y al fuselaje.

Para continuar con la inspección suplementaria, se removieron los carenados que mantiene la forma aerodinámica en la unión ala - fuselaje para tener acceso a los mismo.

Figura 32

Retiro de los carenados



Nota. En la figura se observa la remoción del carenado

Proceso de inspección

Se realizó una limpieza rápida entre la unión del ala y el fuselaje en donde se encuentran unidos por medio de los pernos de sujeción para poder ver la condición de los mismo.

Con la superficie libre de suciedad se procedió a verificar las condiciones de las superficies para realizar NDI que estas estén libres de grasas o algún otro residuo, además se comprobó que la superficie es aluminio.

Figura 33*Inspecciones corrientes inducidas*

Nota. En la figura se observa el proceso de inspección por corrientes inducidas.

Debe tener un buen contacto entre la sonda y la parte a inspeccionar, el manual indica que las partes levemente corroídas se deben limpiar ligeramente con una lija fina. Las partes excesivamente corroídas o pintadas deben rasparse ligeramente y limpiarse localmente en el área donde se realizará la inspección. Pero como no se encontró ninguna novedad solo es necesario un buen contacto de la superficie con la sonda.

Las áreas donde van a ser examinadas es necesario realizar en dos distintas partes en un ángulo de 90 grados para poder tener un resultado más certero, esto se realizó por la parte frontal y trasera de los agujeros donde van colocados los pernos de sujeción.

Figura 34*Inspección en la parte del fuselaje*

Nota. En la figura se observa el proceso inspección por corrientes inducidas en la parte del fuselaje

Se concluyó que no existía ninguna discrepancia en los orificios donde se coloca los pernos del ala al fuselaje mediante el parante tanto de la izquierda como de la derecha.

Una vez terminado el proceso de inspección se procede a realizar el ajuste y posterior a dar torque a los pernos que unen al ala con el fuselaje. En el manual indica dar torque en cada perno de 300 lb*ft.

Figura 35

Torquímetro calibrado



Nota. En la figura se observa la herramienta de precisión.

Terminados los procedimientos de pintura del motor, se procedió a limpiar las superficies, para ello recurrimos a una línea de presión ya que nos permite rosear rápidamente todas las superficies del mismo y obtener una buena limpieza.

Resultados

Una vez finalizado la inspección de inspección visual, NDI Eddy Current, y realizado el ajuste de los pernos de sujeción del ala, se llegó a la conclusión que se encuentran en perfectas condiciones no se encontraron ninguna discrepancia por lo

tanto puede ser usada con fines de instrucción para los estudiantes de manera segura.

Inspección del strut

Para realizar la inspección del strut es necesario remover los carenados tanto superior como inferior los mismo que dan una superficie aerodinámica en esta área, con esto se pudo tener acceso a los pernos de sujeción de ambos lados como menciona el manual en la tarea de inspección.

Figura 36

Remoción del carenado



Nota. En la figura se observa el carenado del strut.

El manual de servicio en la tarjeta de inspección suplementaria correspondiente, indica realizar una prueba de Eddy Current en las perforaciones del strut, para esto se limpió cualquier residuo que haya quedado de la limpieza previa y pueda interferir durante la utilización de los equipos de NDI.

Figura 37

Inspección Eddy current en el parante



Nota. En la figura se observa la inspección Eddy current en el parante

Se realizó el mismo procedimiento a todos los orificios tanto superiores e inferiores, así como del ala izquierda, derecha y no se encontraron ninguna rajadura tanto externa como interna.

Figura 38

Inspección parte interna del fuselaje



Nota. En la figura se observa la inspección en la parte interna del fuselaje donde se une el strut

Culminado el proceso de inspección y como no se encontró ninguna discrepancia se continuo con el siguiente paso que es asegurar los tornillos con un torquímetro.

Para esto fue necesario usar un torquímetro de 250 lbs*ft, para saber con cuanto torque hay que dar a los pernos, es necesario buscar en el manual en la sección 4 alas y dirigirnos a montaje y desmontaje y con esta información podremos saber la cantidad necesaria para que queden asegurados.

Figura 39

Sección cuatro del Service Manual

SECTION 4	
WINGS AND EMPENNAGE	
TABLE OF CONTENTS	Page
WINGS AND EMPENNAGE	4-1
Wings	4-1
Description	4-1
Removal	4-1
Repair	4-1
Installation	4-1
Adjustment	4-3
Wing Struts	4-3
Description	4-3
Removal and Installation	4-3
Repair	4-3
Fin	4-3
Description	4-3
Removal and Installation	4-3
Repair	4-3
Horizontal Stabilizer	4-3
Description	4-3
Removal and Installation	4-4
Repair	4-4

Nota. En la figura se observa la sección cuatro "Alas y empenaje" Cessna 150M

En la sección 4 se encuentra la descripción de remoción, reparación e instalación como los procesos de ajuste de pernos en los distintos puntos del ala en la parte de instalación en donde nos especifica que el torque mínimo para los pernos es de 300 lbs*ft.

Se procedió a dar torque a los pernos, existió un pequeño inconveniente en donde manual pide un torque mínimo de 300 lbs y se contaba con un torquímetro de 250 lbs*fl, por lo tanto, para cumplir con lo que ordena el manual, es necesario realizar dos torques uno de 200 lbs y otro de 100 lbs para poder completar el torque

requerido para cada perno

Figura 40

Herramienta de calibración



Nota. En la figura se observa el torquímetro calibrado

Resultados

Terminado todos los ítems de acuerdo al Service Manual en las tarjetas de inspección: 57-11-01, 5740-01, en donde indica que se debe realizar inspecciones visuales y NDI, se concluyó que estas se encuentran en perfectas condiciones, ya que no presentaba daños superficiales, así como internos, ni señales de corrosión o alguna otra discrepancia que pueda poner en riesgo la integridad estructural del ala.

Capítulo IV

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

- Los manuales de mantenimiento y demás documentación técnica de la aeronave, indican todos los procedimientos técnicos para realizar una preservación de la aeronave, este puede ser por un tiempo indefinido o por períodos de tiempo definidos.
- Para poder realizar la inspección de acuerdo a las tareas de mantenimiento indicadas, fue indispensable la utilización de equipos especiales para realizar los ensayos destructivos por corrientes inducidas y partículas magnéticas, además de herramientas de calibración como es el torquímetro para realizar el ajuste necesario.
- En los manuales se detallada los diferentes procedimientos que se deben cumplir; como la limpieza, pruebas de ensayos no destructivos, y dar el ajuste a los pernos del ala y así cumplir con las tarjetas de inspección suplementarias. Efectuado cada ítem dado de inspección se comprobó que no existía ninguna presencia de corrosión, rajaduras o alguna otra discrepancia que ponga en riesgo la integridad estructural del ala y pueda ser usada con fines de instrucción.

Recomendaciones

- Para este tipo de tareas de mantenimiento es necesario obtener toda la documentación técnica de la aeronave esto servirá para poder guiarse en los diferentes procedimientos y no cometer errores durante la ejecución del mismo.
- Se considera muy indispensable utilizar los equipos especiales indicados por el fabricante, también contar con el personal capacitado para que

pueda realizar la inspección necesaria de acuerdo a la información técnica.

- Durante las tareas de mantenimiento la seguridad es importante por ende se debe utilizar todos los equipos de protección personal, además con todas las medidas de seguridad para la aeronave evitando así algún accidente que pueda ocasionarse al personal de mantenimiento.

Glosario de términos

Aeronave Pequeña: Aeronave con un peso máximo de despegue certificado de hasta 12.500 libras (5.700 Kilogramos).

Boroscopio: es un accesorio que se utiliza en las inspecciones visuales en las cuales no disponemos de un espacio físico a través del cual poder ver, lo cual nos obliga a utilizar un instrumento.

Inspección: Análisis de los diferentes componentes de una aeronave, comerciales y militares, con el fin de determinar su correcto estado de funcionamiento de acuerdo a las directrices indicadas por el organismo oficial competente.

Corrosión: Fenómeno de descomposición de los metales a su estado original.

Diedro: Conjunto formado por dos semiplanos o caras con un borde común llamado arista.

Directiva de Aeronavegabilidad: Documento mandatorio enviado por una autoridad aeronáutica o casa fabricante que determina el cumplimiento de determinadas tareas de mantenimiento de carácter mandatorio

Fuselaje: Cuerpo central del avión, donde van la tripulación, los pasajeros y las mercancías.

Mantenimiento todas las acciones que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida

Montaje: Proceso que consiste en colocar un determinado elemento en su posición original dentro de una carcasa o estructura de adaptación, mediante equipos o herramientas especializadas y aptas para el trabajo.

Movimiento: Cambio de posición de un elemento o cuerpo, respecto a un plano de referencia.

Preservación: Se trata de la protección o cuidado sobre alguien o algo para conservar su estado y evitar que sufra un daño o un peligro, y a su vez guardarlo en un lugar adecuado que cumpla con las condiciones de almacenaje.

Plataforma: Es normalmente la zona donde los aviones son estacionados, descargados y cargados, repostados o embarcados.

Stress: fuerzas que actúan sobre una superficie y la van desgastando poco a poco

Sustentación: es la fuerza generada sobre un cuerpo que se desplaza a través de un fluido, de dirección perpendicular a la de la velocidad de la corriente incidente.

Bibliografía.

- 150, C. (1977). *Owner's Manual*. Estados Unidos: Cessna Aircraft.
- 150M, C. (1977). *Service Manual*.
- ASA. (2020). *Pilot's Guide*. Cessna 150 Reference Books.
- Aviation, A. F. (2003). *Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge*. FAA.
- Aviation, A. F. (2022). *Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge*. Department of transport.
- Baldev Raj, T. J. (2002). *Practical Non-destructive Testing*. Alpha Science International.
- Bonet, M. F. (2014). *DESARROLLO DE ESTRUCTURA DE FUSELAJE EN MATERIALES*. Universidad Nacional de la Plata.
- Civil, D. G. (2022). *Mantenimiento*. Obtenido de <https://www.aviacioncivil.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/06/5-RDAC-043-Nueva-Edicio%CC%81n-Rev.-6-11-oct-2017.pdf>
- Cockburn, D. (2010). *Principles of flight*. Pooleys.
- Conforti, F. (2018). *Cessna 150 Manual Operativo*. Biblioteca aeronáutica.
- Crane, D. (2022). *Aircraft and their Systems*. Aviation Supplies & Academics.
- Dusenbury, M. (2018). *Aerodinamics for Aviators*. Aviation Supplies & Academics, Inc.
- Fernandez. (1988). *Partes del Ala de la aeronave*. Aviation Supplies & Academics, Inc.
- Gay, J. L. (2020). *Enciclopedia Británica*. Obtenido de <https://www.britannica.com/technology/wing-aircraft>
- Goirigolzarri Gutiérrez, B. (2017). *Costilla del ala de una aeronave*. Universidad del país Vasco.
- Guayaquil, A. (2014). *Aviación Guayaquil*. Obtenido de Aviación Guayaquil: <https://twitter.com/aviaciongye/status/426419748209823744>
- Gudmundsson, S. (2020). *General Aviation Aircraft Design*. Butterworth - Heinemann.
- Hull, B., & John, V. (1988). *Non-destructive testing*. OSTI.GOV.
- Itaérea. (2021). *Aeronautical Bussines School*. Obtenido de <https://www.itaerea.es/mantenimiento-aeronautico>
- Jhonson, D. (s.f.). *Joyplanes*. Obtenido de <https://joyplanes.com/es/diedro-explicacion/>
- K.Hsu, D. (2006). *Nondestructive testing using air-borne ultrasound*. Science Direct.
- Lombardo, D. (2017). *Aircraft Systems*. Aviation Supplies & Academics, Inc.
- MATZKANIN, G. A. (2007). *Nondestructive Testing Visual*. Spring.
- Mery, D. (2015). *GDXray: The Database of X-ray Images for Nondestructive Testing*. Springer Link.
- Nogales Del Valle, R. (2020). *Secuencia de montaje del cajón del ala de una aeronave*. Obtenido de <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/106066/TFG-3229->

NOGALES%20DEL%20VALLE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Ochoa, A. F. (2018). *Sonda de corrientes eddy para la detección de defectos en las superficies*. Universidad de medellín colombia.
- Rajani, B., & Kleiner, Y. (2004). *Non-destructive inspection techniques* . IRC.
- Sadraey, M. H. (2018). *Aircraft Design*. Wiley .
- Sisver. ([https://www.sisvertienda.com/blog-1/articles/requisitos-idoneos-del-equipo-de-seguridad-industrial de 2020](https://www.sisvertienda.com/blog-1/articles/requisitos-idoneos-del-equipo-de-seguridad-industrial-de-2020)). *Protección Industrial*.
- Sterkenburg, R., & Kroes, M. J. (2019). *Aircraft Maintenance & Repair, Eighth Edition*. McGraw Hill.
- Stevens, B. (2018). *Aircraft Control*. Wiley.
- Transportation, U. D. (2012). *Wing*. Organización Internacional de Aviación Civil.
- UGT, Universidad (ESPE). (2022). Latacunga.

Anexos