



**Reparación de capotas y tratamiento anticorrosivo a los componentes estructurales pertenecientes a la sección del motor de la aeronave escuela CESSNA 150M en la ESPEL, como parte de un mantenimiento preventivo y correctivo de acuerdo al manual de servicio D971-3-13**

Arreaga Reyes, Keefer Joshua

Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica

Carrera de Tecnología en Mecánica Aeronáutica Mención Aviones

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

Tnlga. Zabala Cáceres, Emmy Samantha

Latacunga, 30 de octubre del 2021



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGÍA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

#### Certificación

Certifico que la monografía, **Reparación de capotas y tratamiento anticorrosivo a los componentes estructurales pertenecientes a la sección del motor de la aeronave escuela CESSNA 150M en la ESPEL, como parte de un mantenimiento preventivo y correctivo de acuerdo al manual de servicio D971-3-13**, fue realizado por el señor **Arreaga Reyes, Keefer Joshua** la cual ha sido revisada y analizada en su totalidad por la herramienta de verificación de similitud de contenido; por lo tanto cumple con los requisitos legales, teóricos, científicos, técnicos y metodológicos establecidos por la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, razón por la cual me permito acreditar y autorizar para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 30 de octubre del 2021

Firma:



Firmado digitalmente por:  
**EMMY SAMANTHA  
ZABALA CACERES**

**Ing. Zabala Caceres, Emy Samantha**








C. C.:1500636889

## Original

### Document Information

**Analyzed document** MONOGRAFÍA\_ARREAGA\_KEEFER.docx (D121894917)  
**Submitted** 2021-12-10T13:27:00.0000000  
**Submitted by** Juan Carlos Altamirano  
**Submitter email** jc.altamiranoc@uta.edu.ec  
**Similarity** 1%  
**Analysis address** jc.altamiranoc.uta@analysis.urkund.com

### Sources included in the report

<b>SA</b>	<b>GREGORY DAVID VELASCO GUERRERO.pdf</b> Document GREGORY DAVID VELASCO GUERRERO.pdf (D53960038)		1
<b>SA</b>	<b>Bryan.pdf</b> Document Bryan.pdf (D35375165)		3
<b>SA</b>	<b>TESIS ANDERSON ORTIZ CAP I- AL IV.pdf</b> Document TESIS ANDERSON ORTIZ CAP I- AL IV.pdf (D100906491)		1
<b>SA</b>	<b>TESIS ANASI SEBASTIAN.pdf</b> Document TESIS ANASI SEBASTIAN.pdf (D80211877)		2
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.thomasnet.com/articles/metals-metal-products/all-about-4130-steel-properties-strength-and-uses/Cessna">https://www.thomasnet.com/articles/metals-metal-products/all-about-4130-steel-properties-strength-and-uses/Cessna</a> Fetched: 2021-12-10T23:01:00.0000000		1
<b>SA</b>	<b>Documento principal 2017_12_7.docx</b> Document Documento principal 2017_12_7.docx (D35873845)		1
<b>SA</b>	<b>Tesis para revisar.docx</b> Document Tesis para revisar.docx (D40565646)		2

Firma:



Firmado digitalmente por:  
**EMMY SAMANTHA**  
**ZABALA CACERES**

Ing. Zabala Caceres, Emmy Samantha

C. C.:1500636889

DIRECTOR



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGIA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

**Responsabilidad de Autoría**

Yo, **Arreaga Reyes, Keefer Joshua**, con cédula de ciudadanía n°172167589-8, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **Reparación de capotas y tratamiento anticorrosivo a los componentes estructurales pertenecientes a la sección del motor de la aeronave escuela CESSNA 150M en la ESPEL, como parte de un mantenimiento preventivo y correctivo de acuerdo al manual de servicio D971-3-13** 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, 30 de Octubre del 2021

Firma:

**Arreaga Reyes, Keefer Joshua**

C.C.: 1720381522



DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA

CARRERA DE TECNOLOGIA EN MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES

**Autorización de Publicación**

Yo, **Arreaga Reyes Keefer Joshua**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **Reparación de capotas y tratamiento anticorrosivo a los componentes estructurales pertenecientes a la sección del motor de la aeronave escuela CESSNA 150M en la ESPEL, como parte de un mantenimiento preventivo y correctivo de acuerdo al manual de servicio D971-3-13 en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.**

Latacunga, 30 de Octubre del 2021

Firma:

**Arreaga Reyes, Keefer Joshua**

C.C.: 1720381522

### **Dedicatoria**

El presente trabajo de tesis está dedicado a mis padres, quienes me han comprendido en todo momento a pesar de los obstáculos que se presentaron durante el transcurso universitario, por este motivo y por más les agradezco por brindarme su apoyo moral y económico, agradezco a mi hermana por saber alentarme a ser mejor cada día y darme consejos para seguir adelante durante mis estudios, a Dios por bendecirme durante todo el periodo universitario y de igual manera agradezco a todos mis familiares, profesores y amigo que me han brindado su apoyo y me han motivado a ser mejor cada día.

Gracias los amo.

Kefer Arreaga

### **Agradecimiento**

Agradezco con mucho orgullo a nuestra prestigiosa Universidad de las Fuerzas Armadas "ESPE" sede Latacunga y a la Carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Aviones, por permitirme culminar mi carrera estudiantil, durante los periodos de clase se ha compartido momentos de felicidad y aprendizaje. Agradecer a todos los docentes por incentivarnos a ser mejores alumnos y profesionales, agradecer por a ver compartido su conocimiento para que nosotros crezcamos como futuros profesionales.

Agradezco a la directora de Tesis Tnlga. Emmy Zabala la cual me ha ayudado durante todo el desarrollo del proyecto, la cual me ha brindado su apoyo en todo momento y ha estado dispuesta a guiarme de manera estricta para culminar el proyecto de tesis.

Autor.

**Tabla de Contenidos**

<b>Carátula.....</b>	<b>1</b>
<b>Certificación .....</b>	<b>2</b>
<b>Reporte Urkund .....</b>	<b>3</b>
<b>Responsabilidad de autoría .....</b>	<b>4</b>
<b>Autorización de publicación .....</b>	<b>5</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>6</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>7</b>
<b>Tabla de Contenidos .....</b>	<b>8</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>14</b>
<b>Índice de Tablas .....</b>	<b>17</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>18</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>19</b>
<b>Planteamiento del Problema .....</b>	<b>20</b>
<b>Antecedentes.....</b>	<b>20</b>
<b>Planteamiento del Problema .....</b>	<b>21</b>
<b>Justificación .....</b>	<b>22</b>
<b>Objetivos .....</b>	<b>23</b>
<i><b>Objetivo General.....</b></i>	<b>23</b>
<i><b>Objetivos Específicos .....</b></i>	<b>23</b>
<b>Alcance.....</b>	<b>24</b>
<b>Marco Teórico.....</b>	<b>25</b>



Cessna 150M.....	25
Introducción .....	25
Capota.....	27
<i>Camloc (sujetadores de acceso rápido) .....</i>	<i>27</i>
<i>Partes de los Camloc .....</i>	<i>28</i>
<i>Conjunto de espárragos y Ojal.....</i>	<i>28</i>
<i>Receptáculo.....</i>	<i>28</i>
Soporte del motor.....	29
Material en el cual se elabora el soporte del motor.....	29
Fatiga .....	31
Fatiga mecánica .....	31
Reparación de las Pieles del Capó .....	32
Reparación de defectos.....	33
Métodos Preferentes NDI.....	33
Ensayos destructivos y no destructivos .....	34
Inspección por partículas magnéticas.....	35
<i>Limpiador y removedor para NDI-END (SKC-S Aerosol) .....</i>	<i>35</i>
<i>Partículas magnéticas fluorescentes base aceite (14 AM Aerosol).....</i>	<i>36</i>
<i>Lámpara UV.....</i>	<i>37</i>
<i>Yugo magnético.....</i>	<i>38</i>
<i>Pastel indicador de campo .....</i>	<i>39</i>
<i>Extensiones eléctricas .....</i>	<i>40</i>
Material Compuestos.....	40
<i>Ventajas de los materiales compuestos .....</i>	<i>40</i>

<i>Desventajas de los materiales compuestos</i> .....	41
<i>La fibra de vidrio</i> .....	42
<i>E-glass:</i> .....	43
<i>S-glass:</i> .....	43
<i>Ventajas de la fibra de vidrio</i> .....	43
<i>Desventajas</i> .....	43
Estructuras laminadas .....	43
Degradación de materiales compuestos.....	45
Clasificación de defectos en materiales compuestos .....	46
<i>Modos de fallo materiales compuestos</i> .....	46
Reparaciones materiales compuestos.....	47
<i>Clasificación de reparaciones en compuestos</i> .....	48
<i>Materiales y Equipos de Proceso para Reparación</i> .....	48
<i>Evaluación del daño en compuestos</i> .....	49
Métodos de reparación .....	49
<i>Reparación por relleno</i> .....	50
<i>Reparación por inyección</i> .....	50
<i>Reparación con parches de refuerzo</i> .....	50
Parches de unión mecánica .....	51
Aleaciones de aluminio .....	51
<i>Aleaciones de fundición</i> .....	52
<i>Aleaciones de forja</i> .....	52
La Corrosión.....	52
<i>Desarrollo de la corrosión</i> .....	53

<i>Factores que influyen en la corrosión</i> .....	53
Tipos de corrosión.....	55
<i>Oxidación</i> .....	55
<i>Corrosión por esfuerzos</i> .....	55
<i>Corrosión por contacto</i> .....	55
Control de la corrosión .....	55
<i>Zonas de rastro de gases de escape.</i> .....	56
<i>Áreas frontales del motor y conductos de aire de refrigeración.</i> .....	57
<i>Superficies externas de la piel</i> .....	57
Mantenimiento Preventivo para la corrosión .....	57
<i>Procedimientos de limpieza de componentes susceptibles a la corrosión</i> .....	59
<i>Tratamiento de la superficie</i> .....	60
Selladores.....	61
<i>Procedimientos de aplicación de sellantes</i> .....	62
Acabados de pintura y procedimientos de retoque .....	65
Eliminación de la corrosión en las aleaciones de aluminio. ....	66
Conservación .....	67
Proceso .....	68
Introducción .....	68
Ubicación.....	68
Información técnica .....	68
Procedimiento para desmontar las capotas .....	69
Limpieza del montante del motor y capotas.....	70

<i>Extracción de capotas</i> .....	70
<i>Limpieza de capotas y componentes del motor</i> .....	71
Inspección general .....	71
Inspección no destructiva al montante del motor .....	72
<i>Inspección suplementaria número: 71-20-01</i> .....	72
Materiales y Equipos.....	73
Inspección a juntas del montante del motor .....	75
<i>Limpieza de juntas del montante del motor</i> .....	75
<i>Ensayo en la probeta</i> .....	76
<i>Ensayo del montante</i> .....	77
<i>Limpieza final de las juntas</i> .....	79
Interpretación de resultados de ensayo no destructivo .....	80
Reparación de capotas .....	80
<i>Mantenimiento correctivo</i> .....	80
Materiales para la reparación.....	81
Relaciones de mezcla .....	83
<i>Resina y catalizador</i> .....	83
Aplicación de la fibra.....	84
<i>Preparación del área</i> .....	84
<i>Inspección y evaluación del componente</i> .....	84
<i>Corte de la fibra de vidrio</i> .....	85
<i>Reparación con fibra de vidrio</i> .....	86
<i>Arreglo de agujeros</i> .....	86
Decapado de capotas superior e inferior.....	87

<i>Decapado</i> .....	87
<i>Capota superior</i> .....	88
<i>Capota inferior</i> .....	89
<i>Aclarado natural</i> .....	90
Instalación de camloc.....	91
Instalación de receptores .....	91
Aplicación de mascarilla .....	92
<i>Lijada de excesos</i> .....	93
Tratamiento anticorrosivo.....	94
Pintura .....	96
<i>Relaciones de mezclas</i> .....	96
<i>Primer</i> .....	96
<i>Pintura</i> .....	98
<i>Barniz</i> .....	99
<i>Pintura franja negra</i> .....	100
<i>Instalacion final</i> .....	102
Conclusiones y Recomendaciones.....	103
Conclusiones.....	103
Recomendaciones.....	104
Bibliografía .....	105
Anexos .....	107

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> <i>Aeronave liguera y capota.</i> .....	26
<b>Figura 2</b> <i>Cubierta removible del motor.</i> .....	27
<b>Figura 3</b> <i>Partes de los Camloc</i> .....	28
<b>Figura 4</b> <i>Montante del motor</i> .....	27
<b>Figura 5</b> <i>Propiedades del acero 4140</i> .....	30
<b>Figura 6</b> <i>Métodos NDI</i> .....	33
<b>Figura 7</b> <i>Spray Limpiador</i> .....	36
<b>Figura 8</b> <i>Spray fluorescente</i> .....	37
<b>Figura 9</b> <i>Lampara UV</i> .....	38
<b>Figura 10</b> <i>Yugo Magnético</i> .....	39
<b>Figura 11</b> <i>Pastel de cambio</i> .....	39
<b>Figura 12</b> <i>Estructuras Laminadas</i> .....	44
<b>Figura 13</b> <i>Puntos de control de corrosión</i> .....	56
<b>Figura 14</b> <i>Espe Sede Latacunga-Belisario Quevedo</i> .....	68

<b>Figura 15</b> <i>Libro Técnico de aviones</i> .....	69
<b>Figura 16</b> <i>Desmontaje de capotas</i> .....	70
<b>Figura 17</b> <i>Limpieza del montante</i> .....	71
<b>Figura 18</b> <i>Inspección</i> .....	72
<b>Figura 19</b> <i>Inspección número: 71-20-01</i> .....	73
<b>Figura 20</b> <i>Limpieza de juntas</i> .....	76
<b>Figura 21</b> <i>Ensayo de Probeta</i> .....	77
<b>Figura 22</b> <i>Ensayo del Montante</i> .....	78
<b>Figura 23</b> <i>Aplicación luz UV</i> .....	79
<b>Figura 24</b> <i>Limpieza de Juntas</i> .....	79
<b>Figura 25</b> <i>Resina marca Nazza</i> .....	84
<b>Figura 26</b> <i>Colocación de fibra</i> .....	85
<b>Figura 27</b> <i>Corte de fibra</i> .....	85
<b>Figura 29</b> <i>Corrección de agujeros</i> .....	87
<b>Figura 30</b> <i>Líquido removedor</i> .....	88
<b>Figura 31</b> <i>Capota Superior</i> .....	89

<b>Figura 32</b> <i>Capota Inferior</i> .....	90
<b>Figura 33</b> <i>Aplicación de aclarador</i> .....	91
<b>Figura 34</b> <i>Mezcla de masilla</i> .....	92
<b>Figura 35</b> <i>Aplicación de masilla</i> .....	93
<b>Figura 36</b> <i>Lijado de masilla</i> .....	94
<b>Figura 37</b> <i>Tratamiento Anticorrosivo</i> .....	95
<b>Figura 38</b> <i>Aplicación del líquido anticorrosivo</i> .....	96
<b>Figura 39</b> <i>Fondeo de estructuras</i> .....	98
<b>Figura 40</b> <i>Pintado de estructuras</i> .....	99
<b>Figura 41</b> <i>Aplicación de barniz</i> .....	100
<b>Figura 42</b> <i>Preparación de pintura</i> .....	101
<b>Figura 43</b> <i>Aplicación de pintura</i> .....	101



**Índice de Tablas**

<b>Tabla 1</b> <i>Datos Cessna 150M</i> .....	25
<b>Tabla 2</b> <i>Tipos de Mantenimientos</i> .....	32
<b>Tabla 3</b> <i>Tipos de materiales</i> .....	74
<b>Tabla 4</b> <i>Materiales y equipos de reparación</i> .....	81

## **Resumen**

El presente proyecto se realizó para reparar las capotas y tratamiento anticorrosivo a los componentes estructurales pertenecientes a la sección del motor de la aeronave CESSNA 150M de acuerdo al manual de servicio D971-3-13 y circulares de asesoramiento, para prolongar el bienestar físico de la misma. Bajo los capos, se puede encontrar la vida de la aeronave por así decirlo, ya que todos los sistemas dependen del motor, se realizó una inspección a la aeronave y se constató que la integridad física de las capotas no se encontraba en un estado que pueda cumplir con todas sus funciones, este fue el principal motivo por el que se decidiera reparar las capotas y sus accesorios. Como se planteó un mantenimiento correctivo a la superficie del componente el cual estaba elaborado de dos materiales, un material compuesto (fibra de vidrio) el cual fue reconstruido parcialmente y aleación de aluminio que para prevenir la corrosión se aplicó químicos anticorrosivos. Adicionalmente un mantenimiento preventivo, ensayo no destructivo (END) de partículas magnéticas, para constatar el estado físico de los Cowling, el END nos dio resultados positivos. Todo procedimiento se realizó en base al manual de mantenimiento de la aeronave el cual detalla el procedimiento, herramientas y técnicas a implementar en las diferentes tareas, las circulares de asesoramiento también fueron importantes para concluir con el proyecto, de aquí se obtiene información general aplicable a todas las aeronaves.

Palabras clave:

- **AERONAVE CESSNA**
- **COWLING**
- **CAMLOC**
- **ANTICORROSION**

**Abstract**

The present project was carried out to repair the cowlings and anticorrosive treatment to the structural components belonging to the engine section of the CESSNA 150M aircraft according to the service manual D971-3-13 and advisory circulars, in order to prolong the physical well-being of the aircraft. Under the cowlings, you can find the life of the aircraft so to speak, since all systems depend on the engine, an inspection was made to the aircraft and it was found that the physical integrity of the cowlings was not in a state that can fulfill all its functions, this was the main reason why it was decided to repair the cowlings and their accessories. As it was proposed a corrective maintenance to the surface of the component which was made of two materials, a composite material (fiberglass) which was partially reconstructed and aluminum alloy to prevent corrosion was applied anticorrosive chemicals. Additionally, a preventive maintenance, non-destructive testing (NDT) of magnetic particles, to verify the physical condition of the Cowling, the NDT gave us positive results. All procedures were performed based on the aircraft maintenance manual which details the procedure, tools and techniques to be implemented in the different tasks, the advisory circulars were also important to conclude the project, from here general information applicable to all aircraft is obtained.

Key words:

- **CESSNA AIRCRAFT**
- **COWLING**
- **CAMLOC**
- **ANTI-CORROSION**

## Capítulo I

### 1 Planteamiento del Problema

#### 1.1 Antecedentes

Mediante un estudio realizado en aviación las aeronaves ligeras CESSNA en la mayoría de sus diferentes modelos se han destinado a ser implementadas en el campo de la instrucción de aspirantes a pilotos comerciales y privados, lo que llevan hacer las más utilizadas en el campo a pesar no hacer vuelos largos ni a grandes alturas son muy manipuladas.

En Ecuador se ha determinado que todas las aeronaves deben tener un programa de control y prevención de la corrosión, por consecuencia que el país tiene diferentes climas entre los cuales se registran tropicales, subtropicales, secos y fríos en las regiones andinas.

En la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE extensión Latacunga, se acerca la temporada de invierno en la cual se registran fuertes vientos, los que podrían levantar polvo, y consigo traer lluvia las cuales son las principales causas de la corrosión en las aeronaves de todo tipo, adicionalmente se reparara las capotas de la aeronave debido a que sus broches están desgatados y sus agujeros algo descuidados y maltratados.

Se cuenta con el equipo necesario para poner en pie el proyecto, el cual se realizará en base al manual de Mantenimiento y las circulares de asesoramiento proporcionado por la Administración Federal de Aviación (FAA), al realizar el proyecto se pondrá en práctica todo lo aprendido en las aulas de clase, de esta manera la ESPE debe dar primicia a este tipo de proyectos, que ayudan a los estudiantes a fortalecer sus conocimientos.

## 1.2 Planteamiento del Problema

La universidad de las fuerzas armadas ESPE, está ubicada en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi, la carrera de mecánica aeronáutica es un centro de aprendizaje de todo lo relacionado a la aeronáutica civil, la misma cuenta con varias aeronaves escuela y laboratorios donde se obtienen conocimientos tanto teóricos como prácticos que son de gran importancia para la formación de profesionales con conocimientos en mecánica aeronáutica. En las cuales los aviones escuelas no disponen de un programa de mantenimiento contra la corrosión continuo.

El motor es uno de los componentes más claves de la aeronave, sin embargo, los soportes y componentes estructurales del mismo son tomados con una irrelevancia menor, al ser estructurales estos sitios son los más propensos a almacenar agua y polvo provocado corrosión natural.

La corrosión es un fenómeno natural que ataca al metal por acción química o electroquímica y lo convierte en un compuesto metálico, como un óxido, hidróxido o sulfato. La corrosión es diferente de la erosión, que causa destrucción por acción mecánica. La corrosión se produce porque los metales tienden a volver a su estado natural. Los metales nobles, como el oro y el platino, no se corroen ya que están químicamente no combinados en su estado natural. Deben existir cuatro condiciones antes de que se produzca la corrosión.

Las capotas de la ya mencionada aeronave se encuentran en un estado descuidado por lo que los broches deben ser reemplazados, sus agujeros hechos nuevamente y reforzar la piel en la que se encontraban los anteriores agujeros.

### 1.3 Justificación

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE es una escuela pionera en la enseñanza técnica de aviación en nuestro país Ecuador, la cual está ubicada en la ciudad de Latacunga, su principal propósito es formar técnicos aeronáuticos de excelencia, dotando a los estudiantes de conocimientos sólidos los cuales ayudan a la formación de profesionales exitosos, de esta manera la institución mejora e innova los sistemas y herramientas, la cual tendrá la modificación que se va a realizar en el avión escuela para el aprendizaje de los estudiantes.

El beneficio principal del proyecto se obtendrá una protección contra la corrosión al castillo, diferentes componentes estructurales y la reparación de las capotas las cuales cubren al motor ya que estas aeronaves no son movidas ni puestas en marcha, están estáticas en el patio, a la intemperie sin siquiera un techo el cual pueda proteger a las aeronaves de la lluvia directa.

Este proyecto tendrá una gran importancia por motivos relacionados a la temporada que está por llegar a la ciudad de Latacunga, en consecuencia, a las nuevas instalaciones brindadas por la ESPE para las aeronaves, están expuestas a todo tipo de compuestos ambientales, tales como humedad, sequía y fuertes vientos.

Este mantenimiento es factible por que se cuenta con predisposición del postulante de manera investigativa y de procesos, para lograr lo propuesto y ampliar los conocimientos prácticos basándonos en los teóricos para adentrarse en el campo del mantenimiento aeronáutico.

## **1.4 Objetivos**

### ***1.4.1 Objetivo General***

Reparar las capotas y tratamiento anticorrosivo a los componentes estructurales pertenecientes a la sección del motor de la aeronave CESSNA 150M de acuerdo al manual de servicio D971-3-13 y circulares de asesoramiento, para prolongar el bienestar físico de la misma.

### ***1.4.2 Objetivos Específicos***

- Recopilar la información técnica en manuales de mantenimiento sobre la reparación de las capotas del motor y circulares de asesoramiento para aplicar programa de prevención y control de la corrosión (CPCP).
- Analizar los productos químicos, accesorios, herramientas y equipos pertinentes y sugeridas en los diferentes manuales.
- Realizar el mantenimiento correctivo y preventivo de las capotas y los componentes estructurales según corresponda.

### **1.5 Alcance**

Al comprender la importancia de un mantenimiento preventivo, es lo que se busca con este proyecto, prevenir la formación de corrosión en las aeronaves las cuales tienen función de la instrucción de técnicos aeronáuticos, viendo la necesidad de protección que estas necesitan al conocer en las condiciones que presentan las instalaciones. A pesar que las aeronaves están hechas para resistir el ambiente estas características regresan a su estado natural con el pasar del tiempo.

El proyecto abarca el desmontaje del motor con la ayuda de un teclé la retirada de los accesorios del motor para dar tratamiento a los componentes estructurales y darle el mantenimiento anticorrosivo, volver a instalar el motor y sus accesorios y recubrir y reparar las capotas y sus broches.



## Capítulo II

### 2 Marco Teórico

#### 2.1 Cessna 150M

#### 2.2 Introducción

Las aeronaves Cessna son muy utilizadas en la industria aeronáutica ecuatoriana con fines de instrucción para pilotos y personal de mantenimiento, es también empleada en el uso como taxis aéreos es una de las aeronaves más genéricas del país ya que en casi todos los aeropuertos o aeródromos podremos encontrar al menos una de este tipo de aeronave.

Adicionalmente se tiene que estas aeronaves están elaboradas de los materiales más comúnmente empleados en la mayoría de aeronaves porque, es un excelente medio de familiarización con la industria del mantenimiento aeronáutico. (CESSNA, 1997)

**Tabla 1**

*Datos Cessna 150M*

CESSNA 150 M		
Datos	Cantidad	Descripción
Pasajeros	2	Aeronave biplaza, estas dos personas son el piloto y copiloto.
Motor	1	Motor Teledyne Continental de cuatro cilindros enfriado por aire y una cilindrada de 201 cu. Tiene una potencia y velocidad de 100 BPH a 2750 RPM.
Hélice	1	Hélice McCauley Accesory de dos palas con un diámetro que puede oscilar entre los 69 y 67.5 pulgadas. Configuración de paso fijo
Tanques de combustible	2	Con tanques de combustible estándar tiene una capacidad de 26 galones en total es decir 13 galones por tanque. El total de galones utilizables es de 22.5. Con tanques de largo alcance tiene una capacidad de 38 galones en total es decir 19 galones por tanque. El total de galones utilizables es de 35.

<b>Datos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>
Carter	1	Tiene una capacidad total con el filtro de aceite instalado de 7 cuartos de galón.
Pesos certificados		Pesos máximos de despegue y aterrizaje es de 1600 lbs, dentro de los cuales su carga útil son 490 lbs
Tren de Aterrizaje		<p>Está compuesto por un tren de aterrizaje de configuración triciclo el tren principal es de puntales tubulares los cuales absorben el choque al aterrizar y consta de dos ruedas una a cada lado, tienen frenos de discos en el interior de ambos lados.</p> <p>El tren de nariz tiene un cilindro de amortiguación aire/aceite.</p>

**Figura 1:**

*Aeronave ligera y capota.*



## 2.3 Capota

Es la cubierta removible del motor, suele estar fabricado de aleaciones de aluminio, además de protegerlo es utilizado para reducir la resistencia y el enfriamiento del mismo dirigiendo el flujo del aire a las partes más caliente del motor (cilindros y cabezas) mediante las aletas del capo, que son partes móviles de la góndola del capo, está cubierta es excelente separadora de aire y agua evitando de esta forma que el agua ingrese a las tomas de aire. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018a)

### Figura 2

*Cubierta removible del motor.*



### 2.3.1 Camloc (sujetadores de acceso rápido)

Son empleados para la extracción rápida de los cowling o capos de las aeronaves, en paneles de inspección de diferentes partes de la aeronave donde es necesario acceder con facilidad y rapidez. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

### **2.3.2 Partes de los Camloc**

### **2.3.3 Conjunto de espárragos y Ojal**

Son instalados en la piel o el componente desmontable, estos van colocados en agujeros lisos los agujeros son avellanados dependiendo de la zona donde van instalados y el tipo de material. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

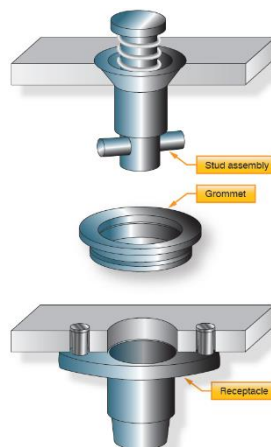
### **2.3.4 Receptáculo**

Se remacha a la estructura de la aeronave.

Se ajusta girando en sentido del reloj un cuarto de vuelta, y se desajustan girando en contra del sentido del reloj, si no se gira el perno, no se desenganchan los camloc del receptáculo. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

### **Figura 3**

#### *Partes de los Camloc*



*Nota.* Tomado de (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

## 2.4 Soporte del motor

El soporte para el motor de la aeronave está construido con tubos de acero al cromo-molibdeno 4130. Una estructura de armazón, fijada al cortafuego en cuatro puntos, soporta una disposición de cuna. Esta disposición de cuna con sus orejetas de soporte, forma la base para los soportes del motor con amortiguadores de goma. Todas las soldaduras del soporte del motor deben ser de la máxima calidad, ya que la tendencia de las vibraciones es acentuar cualquier defecto menor presente y provocar grietas por fatiga. (Cessna, 1990)

### Figura 4

*Montante del motor*



*Nota.* Es el componente donde se aloja el motor. Tomado de (Cessna, 1990)

## 2.5 Material en el cual se elabora el soporte del motor

Durante años el cromo molibdeno 4130 es un material de elección primaria por su excelencia en las estructuras aeronáuticas tubulares soldadas para aviones ligeros como en el tren de aterrizaje, fuselaje y bancadas de motor. Con una resistencia a la tracción, su gran dureza y rigidez, mejora la resistencia a la corrosión ocasionada por agentes atmosféricos

siendo perfecto para la protección interior de estructuras tubulares en aeronaves. (Cavallo, 2021)

Puede ser tratado térmicamente, con buena soldabilidad y resistencia. Cromo-molibdeno es un acero con bajo contenido de carbono, con una densidad de 7.85 g y mejora por el endurecimiento por tratamiento térmico. Este acero se trabaja en frío, caliente, pero no se puede envejecer. El acero 4130 es excelente como acero estructural, se lo puede encontrar como material de barras o tubos redondos en esturas de aeronaves. (Cavallo, 2021)

A continuación, las propiedades mecánicas del acero 4130.

### Figura 5

*Propiedades del acero 4140*

<b>Propiedades mecánicas</b>	<b>Métrico</b>	<b>inglés</b>
Módulo de elasticidad	205 GPa	29700 ksi
Resistencia a la tracción	670 MPa	97200 psi
Resistencia a la tracción	435 MPa	63100 psi
Dureza Rockwell B	92	92
Alargamiento a la rotura	25,5%	25,5%

*Nota.* Propiedades que presenta el acero 4140. Obtenido de (Cavallo, 2021)

Este acero tiene una elasticidad de 205 GPa, refiriéndose a que no se doblara fácilmente, pero puede soportar grandes esfuerzos aun regresando a su forma original. Su característica principal es permanecer rígidamente en su lugar. Su límite elástico a la tracción del acero es de 435 MPa superando a la mayoría de aleaciones de aluminio. (Cavallo, 2021)

## 2.6 Fatiga

La fatiga se da cuando a un material se lo somete a cargas alternativas o periódicas. Cada alternación de la carga es un ciclo de fatiga. De acuerdo al número de ciclos que una estructura soporta obtiene el coeficiente de resistencia. (Oñate, 2018)

La fatiga sigue siendo el mayor causante de fracturas que se producen en aeronaves, para que se produzca un fallo de este tipo se debe a dos circunstancias. (Oñate, 2018)

- a) que las cargas alternas superen el esfuerzo establecido
- b) se rebase el número de ciclos admisibles del material implicado

Si los esfuerzos de trabajo son menores a los niveles especificados los ciclos que podría soportar podrían ser infinitos, dependiendo de material o componente en cuestión, al contrario, si el esfuerzo de trabajo es superior a los niveles el número de ciclos podrían ser muy reducidos. (Oñate, 2018)

## 2.7 Fatiga mecánica

Su origen se da por vibraciones de los componentes y por cargas alternativas que soportan en servicio. Más directo a cargas producidas por las revoluciones del motor, en estos cambios de régimen hay componentes que son sometidos a procesos cíclicos en donde las cargas mecánicas varían al igual que la fatiga. (Oñate, 2018)

**Tabla 2***Tipos de Mantenimientos*

Tipos de Mantenimiento	
Mantenimiento preventivo	Tareas o inspecciones periódicas que se realizan a sistemas o componentes de la aeronave son planificadas y cíclicas.
	Nos permite detectar defectos que podrían estar a punto de suscitarse y ocasionen problemas mayores.
Mantenimiento predictivo	Monitorea y analiza fallas próximas a suceder, analizando los parámetros de operación con instrumentos o equipos de medición de los mismos.
	Busca soluciones inmediatas a fallas o deficiencias en cualquier lugar de la aeronave, son eventos imprevistos y se los solucionan para que las aeronaves retomen su aeronavegabilidad.

*Nota.* (ADMINISTRATION, 1964)

## 2.8 Reparación de las Pielas del Capó



Si está muy dañado, deben sustituirse secciones completas del capó. Sin embargo, se pueden utilizar parches de piel estándar si las piezas de reparación están formadas para encajar. Las pequeñas grietas pueden ser taladradas y las abolladuras enderezadas si se refuerzan en el lado interior con un doblador del mismo material. (Cessna, 1990)

## **2.9 Reparación de defectos**

Tan pronto como sea posible se deben rectificar los defectos o condiciones poco ortodoxas que han sido notificadas por el piloto o técnico. (AC-Aviation, 2015)

En todas las condiciones, los defectos encontrados deben ser colocados en el registro de vuelo de la aeronave o en el registro de viaje. Cuando ya hayan sido rectificadas y realizados los mantenimientos previstos esta información igual debe ser registrada. (AC-Aviation, 2015)

## **2.10 Métodos Preferentes NDI**

Se puede apreciar los métodos preferentes para estructuras de materiales compuestos según defecto. Los cuadros en rojo muestran el método NDI no apropiado. (FAA, 2016)

### **Figura 6**

*Métodos NDI*

Métodos preferentes de NDI en estructuras de aeronaves de material compuesto, según defecto							
Defecto							
	Desencolado	Deslaminación	Abolladuras	Grietas	Poros	Presencia de agua	Impacto de rayo
Visual	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Rojo	Verde
Rayos X	Verde	Verde	Rojo	Verde	Rojo	Verde	Rojo
Ultrasonidos (TTU)	Verde	Verde	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Ultrasonidos (pulsoeco)	Rojo	Verde	Rojo	Rojo	Rojo	Verde	Rojo
Golpeo	Verde	Verde	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Verde
Termografía	Verde	Verde	Rojo	Rojo	Rojo	Verde	Rojo

*Nota.* Métodos de inspección y daños en los cuales son aplicados. Obtenido de (FAA, 2016)

### 2.11 Ensayos destructivos y no destructivos

Se les denomina inspección no destructiva (NDI) o ensayo no destructivo (NDT). El objetivo de los NDI y NDT es establecer la aeronavegabilidad de un componente, sin dañarlo, lo que lo haría no apto para el vuelo. Eficaz para el descubrimiento y evaluación de la corrosión; la inspección visual utiliza la vista para mirar la superficie de un avión o un ángulo de incidencia bajo para encontrar corrosión oculta. (FAA, 2016)

Los depósitos de corrosión en el aluminio o magnesio son un polvo blanco y en los metales ferrosos manchas rojas o marrón rojizo oscuro. Avalar acceso correcto para la inspección quitando los paneles de acceso y equipos, procediendo a limpiar la zona, retirar los sellantes y pinturas sueltas o agrietadas. (FAA, 2016)

Hay varios métodos de NDI que pueden ser valiosos para detectar la corrosión, como el líquido penetrante, las partículas magnéticas, las corrientes parásitas, los rayos X, los ultrasonidos y la emisión acústica. (FAA, 2016)

Cuando se producen graves daños por corrosión. La inspección de la corrosión puede requerir un amplio desmontaje de los componentes y accesorios para permitir una inspección visual completa. Cuando se dispone de orificios de acceso para la inspección, resulta útil la inspección por fibra óptica u otros métodos de inspección no destructiva (NDI), como los rayos X, los ultrasonidos y las corrientes parásitas, líquido penetrante y las partículas magnéticas. (FAA, 2016)

### **2.12 Inspección por partículas magnéticas.**

Método para detectar grietas invisibles otros defectos en materiales ferromagnéticos, o metales atraídos por el magnetismo, como el hierro y el acero. No es aplicable a los materiales no magnéticos. En las piezas de aeronaves que giran rápidamente, oscilan, vibran y están sometidas a grandes esfuerzos de aeronaves, los pequeños defectos se desarrollan a menudo hasta que provocan el fallo completo de la pieza. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018a)

La inspección magnética de partículas ha demostrado ser fiable para la detección rápida de tales defectos situados en la superficie o cerca de ella. El proceso de inspección consiste en magnetizar la pieza y aplicar partículas ferromagnéticas en la superficie a inspeccionar, ya sea en suspensión líquida o seca. La pieza puede sumergirse en el líquido de suspensión o las partículas, en forma de polvo seco, pueden ser espolvoreadas sobre la superficie de la pieza. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018a)

Los defectos superficiales crearán discontinuidades en el campo magnético y harán que las partículas se congreguen en estas imperfecciones o por encima de ellas, señalando su ubicación. (FAA, 2016)

#### **2.12.1 Limpiador y removedor para NDI-END (SKC-S Aerosol)**

Realizado a base solvente para limpiar el área previamente, y posterior a la inspección, este removedor es capaz de desvanecer contaminantes que se podrían encontrar, más comunes grasas y aceites, si están muy penetrados en los componentes con ayuda de un paño y del removedor podemos limpiarlo luego solo aplicamos el removedor para retirar resto del paño que podrían haber quedado. (Magnaflux, 2021d)

### Figura 7

*Spray Limpiador*



*Nota.* Spray eliminador de contaminantes. Obtenido de (Magnaflux, 2021d)

#### **2.12.2 Partículas magnéticas fluorescentes base aceite (14 AM Aerosol)**

Este compuesto en aerosol está listo para aplicarse en suspensión con partículas magnéticas y ya que al ser roseadas e inspeccionadas con ayuda de la linterna y el yugo magnético muestra señales claras y brillantes de color verde fluorescente que nos da una excelente calidad y precisión durante las inspecciones. (Magnaflux, 2021a)

Este compuesto es recomendable utilizarlo en componentes de precisión críticos de seguridad o expuestos a alto estrés. Sus siglas 14A es la denominación que reciben las partículas magnéticas de alto rendimiento estas están disueltas en aceite de suspensión Carrier II aprobado para realizar ensayos de este tipo haciendo de los más rápidos, confiables y de menor mantenimiento. (Magnaflux, 2021a)

**Figura 8**

*Spray fluorescente*



*Nota.* Spray de partículas. Obtenido de (Magnaflux, 2021a)

### **2.12.3 Lámpara UV**

También es conocida como luz negra, la utilización de esta luz es definida por normas ya establecidas y por su característica manera de hacer brillar los pigmentos fluorescentes disueltos en el aceite o fluido que se escoja para que este se adhiera a las superficies del componente. (Magnaflux, 2021c)

**Figura 9**

*Lampara UV*



*Nota.* Equipo de lámpara UV. Obtenido de (Magnaflux, 2021c)

#### **2.12.4 Yugo magnético**

Los yugos magnéticos generalmente funcionan con corrientes continuas para subsuperficiales y alternas superficiales, estos sirven para cargar magnéticamente al elemento que están siendo inspeccionado, el yugo es resistente a los químicos debido a que se encuentra sellado, tiene patas articuladas para adaptarse al contorno y forma de cualquier componente, sus cables de poder son largos y resistentes. Son ideales para inspección de soldaduras y pruebas remotas. (Magnaflux, 2021e)

**Figura 10**

*Yugo Magnético*



Nota. Obtenido de (Magnaflux, 2021e)

#### **2.12.5 Pastel indicador de campo**

Es un dispositivo que se utiliza como ayuda para determinar la dirección del campo magnético para la detección de discontinuidades en materiales ferrosos. Es una pieza con forma de octágono realizada con una superficie de acero de baja retención que tiene ocho rebanadas unidas, similares a los pedazos de pastel. La pieza en forma de octágono está montada en un mango para que el inspector pueda colocarla en la pieza en el área que se está magnetizando. (Magnaflux, 2021b)

**Figura 11**

*Pastel de cambio*



Nota. Obtenido de (Magnaflux, 2021b)

### **2.12.6 Extensiones eléctricas**

Es un fragmento de cable eléctrico flexible, con un enchufe a un extremo y una o varias tomas de corriente del otro extremo, sirve para llevar electricidad de la toma hacia algún dispositivo que necesita de corriente eléctrica. (Wikipedia, 2017)

### **2.13 Materiales Compuestos**

Un material compuesto se determina como una mezcla de diferentes materiales o cosas, en general se refiere a las aleaciones metálicas elaboradas por metales para mejorar la ductilidad, la resistencia, la conductividad. También es una combinación de refuerzo como una fibra, bigote, una partícula rodeado y sustentado por una resina. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

Los materiales compuestos pueden fabricarse con o sin núcleo interno de material, la estructura laminada con núcleo central se denomina estructura sándwich. Entre los distintos tipos de núcleo para estructuras laminadas se encuentra fibra de vidrio, la madera, el metal o la espuma rígida. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

#### **2.13.1 Ventajas de los materiales compuestos**

- Alta relación resistencia-peso
- Transferencia de esfuerzos entre fibras por la unión química
- Módulo (rigidez-densidad) de 3,5 a 5 veces del acero o aluminio
- Mejor resistencia que los metales
- Resistencia a la corrosión
- Resistencia a la tracción de 4 a 6 veces más que el acero o aluminio
- Flexibilidad de diseño
- Construcción adherida elimina las juntas y elementos de fijación
- Fácilmente reparable



### **2.13.2 Desventajas de los materiales compuestos**

- Difícil detección de delaminaciones
- Coste
- Equipo muy costoso
- Variedades de materiales y procesos
- Productos tóxicos y peligrosos
- Falta de conocimientos en construcción y reparaciones

Para las necesidades de rendimiento del producto, el aumento de la resistencia y capacidad de diseño hacen que los materiales compuestos sean superiores a los tradicionales. Cuanto más se usen los materiales, los costes, el diseño, la facilidad de inspección y ventajas de la relación resistencia-peso darán como resultado que los materiales compuestos sean preferidos para la construcción de aeronaves. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

Se debe tomar medidas de seguridad con los materiales compuestos ya que pueden ser perjudiciales para la piel, ojos y pulmones. Los trabajadores podrían sufrir irritaciones y problemas de salud. Como precaución se recomienda usar un respirador para proteger los pulmones provocados por las minúsculas burbujas de vidrio o trozos de fibra. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

Otra protección es la máscara antipolvo aprobada para fibra de vidrio, con filtros de polvo, debe estar correctamente ajustada cuando se trabaja con resinas. Los filtros de carbón en un respirador eliminan los vapores durante un periodo de tiempo por ello se recomienda sustituir los filtros cuando sea necesario. Los filtros de carbón vegetal podrían llegar a durar menos de cuatro horas, cuando se trabaja con materiales tóxicos es necesario utilizar máscara de aire y una capucha. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

Cuando se trabaja con estos materiales usar pantalones largos, mangas largas junto con guantes o cremas de barrera. Los ojos deben estar con gafas a prueba de fugas sin orificios de ventilación cuando se trabaje con resinas o disolventes. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

### **2.13.3 La fibra de vidrio**

Fue el primer compuesto que usaron en aviación embestidas en una matriz de resina epoxi. (Oñate, 2016)

La fusión del vidrio, su estiramiento y disposición en finos hilos era conocida primeramente por los fenicios y egipcios. El proceso de producción industrial se basa en la fusión de óxido de silicio. El material fundido pasa a través de pequeños orificios en hilos continuos y se enfría mediante chorros de agua, esto evita la cristalización de la sílice en forma de cuarzo, obteniendo hilos de vidrio que se impregna con productos químicos mejorando su adhesión a la resina matriz. (Oñate, 2016)

Las fibras son hilos de materiales más largos que anchos, poseen muy alta resistencia mecánica y son la base de la mayoría de los materiales compuestos, no son cristalinas, tiene un carácter isótropo, con una estructura tridimensional de óxidos de silicio. La fibra de vidrio tiene un peso específico de  $2,3 \text{ g/cm}^3$ , los valores de peso específico alto son importantes combinándose con la matriz plástica de  $1,3 \text{ g/cm}^3$ , puede dar como resultado un peso específico más alto que el de las aleaciones de aluminio. Las fibras son más pequeñas y más finas que el cabello humano y se tejen en materiales similares a la tela. (Oñate, 2016)

La fibra de vidrio tiene un carácter isótropo, con una estructura tridimensional de óxidos de silicio sin carácter direccional. El Módulo de Elasticidad de la fibra de vidrio es igual en sentido del eje de la fibra que en el transversal. (Oñate, 2016)

Hay dos tipos de fibras de vidrio:

#### **2.13.4 E-glass:**

Se emplea en componentes que están sometidos a cargas ligeras, o que no necesiten gran rigidez estructural, comúnmente se emplea en veleros y en cupulas de radar de las aeronaves. Una ventaja es su coste menor que la de carbono o boro. (Oñate, 2016)

#### **2.13.5 S-glass:**

Tiene mayor resistencia mecánica, se emplea en elementos que requieran mayor resistencia. (Oñate, 2016)

#### **2.13.6 Ventajas de la fibra de vidrio**

- Coste bajo
- Resistencia al impacto
- Transparencia a la radiación electromagnética

#### **2.13.7 Desventajas**

- Bajo Módulo de elasticidad
- Escasa resistencia a la fatiga
- Degradación- delaminación por humedad y temperatura

### **2.14 Estructuras laminadas.**

Los materiales compuestos se fabrican con o sin núcleo interno de material. La estructura con núcleo central laminada se denomina estructura de sándwich. (Oñate, 2016)

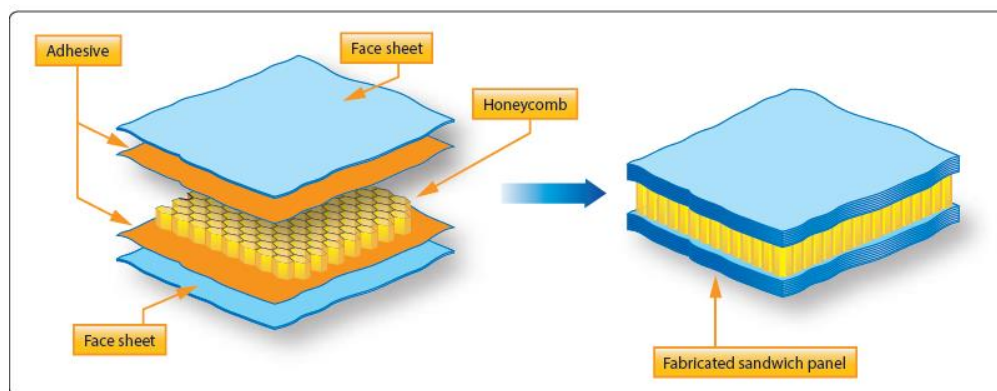
Los laminados tipo sándwich se fabrican con dos o más revestimientos de láminas solidas o una moldeada que encierra un núcleo de fibra de vidrio en forma de panel o de espuma, estos están hechos de telas de vidrio impregnados de poliéster o de una combinación

de nailon y resinas fenólicas. El laminado sándwich es resistente y su peso es menor siendo muy importante para los productos aeroespaciales. (Oñate, 2016)

Hay distintos tipos de núcleo para estructuras laminadas como la espuma rígida, la madera, el metal o aeroespacial del panel hecho de papel, carbono, fibra de vidrio o metal. La figura muestra la estructura tipo sándwich. (Oñate, 2016)

**Figura 12**

*Estructuras Laminadas*



*Nota:* Se puede observar cómo es la disposición de las láminas denominadas Sandwich.

Obtenido de (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

Tomar en cuenta las técnicas adecuadas para construir o reparar las láminas para que no se vea afectada la resistencia. Si existe un laminado de alta densidad o placa frontal y trasera sólida y se intercala un núcleo en el centro se obtiene el laminado sándwich. Seguir las instrucciones del manual de mantenimiento de fabricante como en el procedimiento de prueba y reparación como se ha mencionado anteriormente. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

### 2.15 Degradación de materiales compuestos

A la degradación se le conoce como la interrupción física o geométrica existente en una pieza, por lo tanto, la discontinuidad es parte natural de la construcción de una aeronave.

Puede presentarse estructuralmente como sucede en las piezas que tienen taladros mecanizados alojando tornillos o remaches. También puede presentarse degradación en las esquinas y bordes de las piezas. (Oñate, 2016)

Los defectos en las piezas y conjuntos aeronáuticos se clasifican en defectos:

- Inherentes
- De proceso
- De servicio

Los defectos inherentes resultan de los procesos de solidificación cuando se arreglan los lingotes y chapones, frecuentemente son bolsas de aire o gas atrapados en el metal durante la solidificación o la existencia de partículas frágiles causadas por tratamiento térmico. (Oñate, 2016)

Los defectos de proceso se dan a lugar durante la fabricación de las piezas aeronáuticas como en las operaciones de mecanizado o acabado de materiales. Los defectos de servicio suceden cuando el Técnico avisa en motor y en la aeronave cuando se encuentra en servicio. Son la consecuencia normal o anormal de la acumulación de horas de vuelo. También los defectos originales como las grietas por fatiga del material, corrosión, daños por impacto, etc. (Oñate, 2016)

La Junta de Revisión de Materiales determinan si las piezas defectuosas de fabricación se les permite reparación o, definitivamente se condena y se las excluye del proceso productivo. (Oñate, 2016)

Es el único organismo que puede:

- Rechazar una pieza, marcándola con etiqueta roja y separarlo del proceso productivo.
- Disponer de la reparación de una pieza o elemento y aceptarlo para el proceso productivo.

## **2.16 Clasificación de defectos en materiales compuestos**

Los más usuales son:

- Daños por impacto (grietas, roturas de fibra)
- Deslaminación exigido a esfuerzos mientras este en el curado del material.
- Grietas en la matriz.
- Desprendimiento en el preimpregnado
- Porosidad por amontonamiento de bolsas de aire o gas.
- Opresión del núcleo por presión exagerada durante el curado.
- Corrosión en los núcleos del "honeycomb".
- Filtración de humedad o por fatiga.

### **2.16.1 Modos de fallo materiales compuestos**

- Delaminación. Formación de grietas entre las capas de un laminado. Sucede por esfuerzos de cortadura, impacto o curado incorrecto.
- Erosión. Por lluvia, aire en velocidad, cenizas volcánicas. Procede en los bordes de ataque de las superficies aerodinámicas y en los álabes del motor.
- Despegamiento. Aislamiento entre dos elementos estructurales diferenciados.
- Daños de origen térmico. Sucede generalmente en los discos de freno de carbono, también estructuralmente en zonas expuestas a extremo calor de forma accidental.

- Entrada de líquidos. Ingreso de algún líquido reduciendo las propiedades de un metal.  
Tener extremo cuidado en las estructuras de tipo sándwich.

### **2.17 Reparaciones materiales compuestos**

- Las reparaciones deben efectuarse por personal entrenado disponiendo de guantes de algodón y mascarilla de protección, estos de uso obligatorio para no infectar las superficies preparadas para la reparación.
- Seguir los métodos de preparación como saneamiento del daño y limpieza.
- Existencia de un control de calidad que disponga el alcance del daño existente señalado en el Manual de Reparación Estructural. (SRM)
- Asegurar los tiempos de secado dispuestos en el curado.
- Reparaciones dentro de los límites de temperatura y humedad relativa del aire.
- Buen curado de la resina según las instrucciones del fabricante.
- Previamente a la colocación de la pieza se lleve a cabo el DNI o ensayos de material recompuestos con probetas.

Por motivos de reparación una aeronave puede tardar de 6 a 7 horas como mínimo, por ello para no tener pérdidas económicas cuantiosas se efectúan las reparaciones en rampa. Cuando se necesita ajustes en los revestimientos se puede reparar en el propio estacionamiento, dando los técnicos reparaciones temporales quedando la aeronave en servicio en espera de realizarse una reparación definitiva. No se puede realizar reparaciones con temperatura ambiente cercana a 0°C o más baja (32 F). (Oñate, 2016)

### **2.17.1 Clasificación de reparaciones en compuestos**

Clasificadas según el daño mayor, menor, ligeras o cosméticas.

- Mayores las que limitan a la aeronave a soportar la carga. Reparación de manera inmediata.
- Menores cuando la estructura soporta la carga de cálculo. Reparación en un establecido número de horas o de aterrizaje.
- Daños ligeros son los que afectaran la apariencia de la aeronave sin afectar a las condiciones de vuelo o su actuación.

### **2.17.2 Materiales y Equipos de Proceso para Reparación**

La mayoría de reparaciones se las realiza con rellenos o suplementos de material compuesto. La adhesión a la superficie estructural no dañada y posteriormente el curado.

(Oñate, 2016)

Materiales de proceso:

- a) Capa perforada. Accede a la salida del aire y compuestos volátiles de la superficie de reparación, elaborado de propileno.
- b) Capa de sangrado. Escape del aire y compuestos.
- c) Película de separación. Evita el paso de la resina a capas superiores.
- d) Placa de presión. Superficie de aluminio, lisa en contacto con el laminado proporcionando un acabado superficial, favorece la igualdad de temperatura del material en reparación.
- e) Filtro de respiración. De una o varias capas, situado en el interior de la bolsa de vacío. Establece el camino de salida del aire que inició en la bolsa.

Bolsa de vacío. Separa la zona de reparación de la atmosfera, de lámina muy fina de nilón



### **2.17.3 Evaluación del daño en compuestos**

Determinar si el daño es reparable de manera visual o por NDI (daños internos), de entrada, necesariamente es reconstrucción completa o sustitución del componente. (Oñate, 2016)

Reparables determinar si es delaminación, entrada de agua, etc. (Oñate, 2016)

Retirar toda la contaminación existente en la zona como pintura, suciedad, grasa. Se recomienda limpieza al menos dos centímetros superficiales adicionales desde los bordes de la zona afectada. (Oñate, 2016)

Cortar y eliminar la superficie dañada con útiles dichos por el SRM. Comprobar que no se ocasionen daños adyacentes o colaterales. (Oñate, 2016)

- Elegir una técnica de reparación a usar.
- Limpieza y secado de la zona a reparar.
- Comprobar que los materiales usados no estén caducados.
- Comprobar temperatura y humedad ambiente conformes a los datos del fabricante.
- Cortar parches de refuerzo de acuerdo al tamaño previsto.
- Preparar el equipo como bolsa de vacío, manta, etc.
- Anotar el ciclo de curado para que se pueda certificar la reparación.
- Inspeccionar la zona preparada logrando certificarla.

### **2.18 Métodos de reparación**

Reparación estructural:

- a) Relleno con adhesión epoxi
- b) Inyección
- c) Parches de refuerzo

### **2.18.1 Reparación por relleno**

Cuando no existe daño estructural según la inspección no destructiva como por ejemplo delaminación o despegamiento. La técnica consiste en utilizar el relleno con adhesivo en la zona dañada sin reparación estructural, por lo que no contribuye con una resistencia al conjunto, en conclusión, solo rellena el defecto poco profundo. (Oñate, 2016)

Se empieza con la limpieza y secado de la superficie con la finalidad de que el adhesivo se pegue bien. Continuamos lijando y retiramos los residuos que quedan, finalmente cuando ya está el adhesivo epoxi se debe curar con una fuente de calor. (Oñate, 2016)

### **2.18.2 Reparación por inyección**

Se encarga de arreglar pequeños daños estructurales sin parche de refuerzo. El método es utilizar una inyección con adhesivo epoxi en la zona afectada, siendo el adhesivo de baja viscosidad, se recomienda realizar a baja presión. Repara deslaminaciones interna o situadas en el borde, en situaciones internas se debe realizar dos agujeros uno para la inyección u otro como respiradero. (Oñate, 2016)

### **2.18.3 Reparación con parches de refuerzo**

Es una técnica con reparación permanente, constanding de resistencia estructural. Consiste en poner un parche de refuerzo en la zona afectada. (Oñate, 2016)

El parchado puede ser:

1. Parche encolado con adhesivo. Sujeto a requisitos de aeronavegabilidad y al Manual SRM de la aeronave. (Oñate, 2016)
2. Parche de unión mecánica con especiales sujetadores. (Hi-Lok/Jo-Bolt) Son de titanio o acero evitando corrosión galvánica con el compuesto de carbono. (Oñate, 2016)

### **2.19 Parches de unión mecánica**

Usada frecuentemente en estructuras metálicas de aeronaves. Los parches con sujetadores se emplean en laminados sólidos de 3 mm o menos de espesor, los parches externos de titanio deben ser fijados con Hi-loks usado este último más frecuentemente en aviación militar y gracias a su collarín que se deforma durante el montaje y actúa de frenado también es usado en aviación comercial. (Oñate, 2016)

### **2.20 Aleaciones de aluminio**

El aluminio combinado forma aleaciones, cuyos ingredientes son manganeso, cromo, magnesio y silicio mostrando poco ataque en ambientes corrosivos. Las aleaciones con cantidades importantes de cobre son más susceptibles a la corrosión. El aluminio es uno de los más usados en la construcción de aviones ya que consta con una elevada relación resistencia- peso y su facilidad de fabricación. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018a)

La característica más importante del aluminio es su ligereza, se funde a una temperatura baja de 1.250 °F. Es magnético y excelente conductor. El revestimiento de transformación química especificado por la (MIL-SPEC), es el procedimiento químico de la superficie usado en las aleaciones de aluminio para que sea adecuada para el acabado de la pintura. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018a)

Cuando se alea con otros metales la resistencia puede aumentar hasta 65.000 psi. Aunque son fuertes, son maleables por lo que pueden laminarse tan fino como 0.0017 pulgadas o estirarse en alambre de 0.004 pulgadas de diámetro. En cuestión de laminados utilizados en las aeronaves tienen un grosor de entre 0.016 y 0.096 pulgadas y en aeronaves grande hasta 0.356 pulgadas. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

Los tipos de aluminio se dividen en dos clases:

### **2.20.1 Aleaciones de fundición**

Fundir en arena, permanente o a presión.

### **2.20.2 Aleaciones de forja**

Moldeadas por laminación, estirado, forjado (más utilizada)

Las fundiciones en arena y fundiciones a presión necesitan diferentes tipos de aleaciones que se usan en los moldes permanentes. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

Cuando hay un número después de una letra esta indicará las aleaciones de fundición, en caso de estar al revés indica una pequeña variación en la composición de la aleación original. Cuando las piezas fundidas pasaron por un tratamiento térmico se indica con la letra T seguido del número de aleación. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

Las fundiciones de aleación de aluminio se darán por medio de tres métodos: molde de arena, permanente o fundición a presión. Cuando una pieza se funde en arena o en molde permanente se fabricarán vertiendo metal fundido en un molde preparado esperando que se solidifique o se congele posteriormente retirar la pieza. (FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION, 2018b)

## **2.21 La Corrosión**

Es un fenómeno natural químico o electroquímico que oxida, sulfata a los metales o los convierte en hidróxido, ocurre porque los metales vuelven a su estado natural, metales nobles como el oro o el platino no se corroen ya que en su estado natural no se combinan químicamente. (FAA, 2018)

La corrosión se produce debido a estas 4 condiciones

- Presencia de un ánodo o metal que se corroe

- Presencia de un cátodo material conductor distinto que tiene menos tendencia a corroerse
- Presencia de un electrolito, líquido conductor
- Contacto eléctrico entre el ánodo y el cátodo, contacto metal-metal

### ***2.21.1 Desarrollo de la corrosión***

Este proceso comienza en la superficie del metal en el cual están implicados 2 cambios químicos 1) el metal oxidado sufre cambio anódico y 2) el agente corrosivo sufre un cambio catódico. (FAA, 2018)

La tendencia a corroerse de los metales es una de las principales complicaciones en el mantenimiento de las aeronaves, en particular si se tiene condiciones meteorológicas adversas. (FAA, 2018)

Las superficies de pintura deben inspeccionarse frecuentemente para detectar irregularidades como astillas, escamas, bultos o ampollas, ya que las películas de pintura ocultan las fases iniciales de la corrosión. (FAA, 2018)

### ***2.21.2 Factores que influyen en la corrosión***

- Tipo de metal
- Tratamiento térmico y dirección del grano
- Metal disímil y menos corrosible (galvánica)
- Superficies anódicas y catódicas
- Temperatura
- Presencia de electrolitos
- Disponibilidad de oxígeno

- Diferentes concentraciones del mismo electrolito
- Presencia de organismos biológicos
- Tensión mecánica en el metal que se corroe
- Tiempo de exposición a un entorno corrosivo
- Fluidos de lavado con agua dura, salada o de batería

Ya que los metales puros no son los acertados al momento de la construcción de una aeronave, se realizan aleaciones con estos metales, están conformados por regiones pequeñas cristalinas llamadas granos, en estas regiones existen regiones poco resistentes en las cuales puede producirse picaduras y la corrosión intergranular. (FAA, 2018)

Las altas temperaturas apresuran el proceso de corrosión debido a que aumentan la rapidez de la reacción química y la humedad en el ambiente. Las soluciones conductoras de electricidad, se forman cuando la lluvia, agua de lavado, neblina, condensación se acumulan en las superficies. La conductividad de los electrolitos puede aumentar debido a la disolución de suciedad, sal, gases de escape de los motores y gases ácidos, en las superficies húmedas. (FAA, 2018)

Se le da el nombre de célula de concentración de oxígeno a la zona ubicada entre superficies de chapa o en grietas profundas las cuales almacenan un electrolito en la superficie metálica, lo cual acelera la corrosión. (FAA, 2018)

Existen zonas en las que aparecen mohos, hongos entre otros organismos vivos, algunos microscópicos, estos organismos tienden mantener la zona húmeda aumentando la posibilidad de corrosión. (FAA, 2018)

Las tensiones, provocadas en algunas ocasiones por procesos de fabricación como soldadura, mecanizado o el tratamiento térmico, dan lugar a grietas en un entorno corrosivo

cuando se supera el umbral de corrosión por tensión. Sin importar el tiempo que el metal haya estado expuesto a un entorno, la corrosión avanza a la misma velocidad. En otros casos la corrosión disminuye debido a productos anticorrosivos o aumenta el tiempo si una barrera se está rompiendo. (FAA, 2018)

## **2.22 Tipos de corrosión**

### **2.22.1 Oxidación**

Este es un tipo de corrosión en seco ya que no existe la interacción de ningún electrolito, los metales y el oxígeno atmosférico tienen una gran afinidad, por lo que se intenta evitar que entren en contacto, generalmente se aplica una capa de pintura o procedimientos electroquímicos. (Oñate, 2018)

### **2.22.2 Corrosión por esfuerzos**

Al seleccionar un material metálico se toma en cuenta la resistencia a la corrosión en determinados ambientes, pero la experiencia nos ha mostrado que luego de someter a el material a cargas superiores de cierto grado, este se comienza a agrietar apareciendo en estas grietas la corrosión. (Oñate, 2018)

### **2.22.3 Corrosión por contacto**

En uniones de pernos, remaches y juntas aparece este tipo.

Cuando una aeronave alcanza cierto número de horas de vuelo, la unión presenta cierta holgura pequeña, que da lugar a desplazamientos cíclicos entre juntas y sujetadores, en estos puntos se presenta la corrosión por contacto. Cuando la carga no sobrepasa el límite de material no se ha observado este tipo de corrosión. (Oñate, 2018)

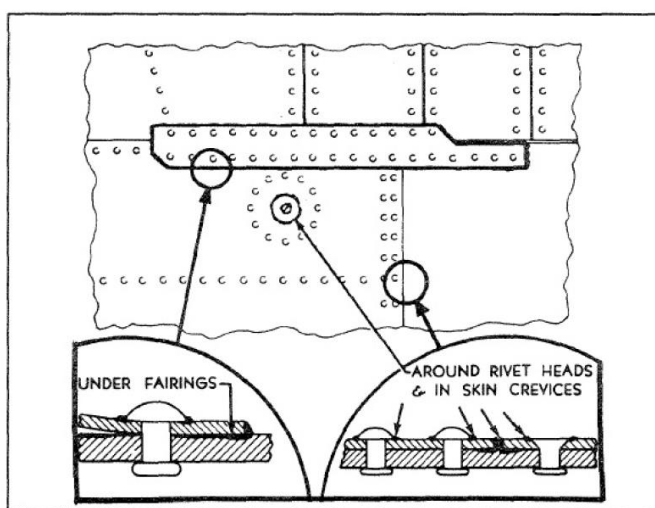
## **2.23 Control de la corrosión**

### 2.23.1 Zonas de rastro de gases de escape.

Los depósitos de gases de escape de los motores a reacción y alternativos son muy corrosivos. La inspección y el mantenimiento de las áreas de estela de escape deben incluir la atención a las áreas indicadas en la Figura 4, Puntos de control de la corrosión del área de estela de escape, y la inspección debe incluir la remoción de carenados y placas de acceso en la trayectoria de los gases de escape. (FAA, 2018)

**Figura 13**

*Puntos de control de corrosión.*



*Nota.* Se puede verificar los puntos que están con corrosión. Tomado de (FAA, 2018)

Los huecos, las costuras, las bisagras y los carenados son zonas en las que pueden quedar atrapados los depósitos del rastro de los gases de escape y los métodos normales de limpieza no pueden llegar a estas zonas. (FAA, 2018)

La acumulación de depósitos de gases de escape en la parte superior e inferior del ala, en la popa del fuselaje y en las superficies horizontales de la cola será considerablemente más lenta y, a veces, estará completamente ausente en ciertos modelos de aviones. (FAA, 2018)



### ***2.23.2 Áreas frontales del motor y conductos de aire de refrigeración.***

La abrasión constante por el polvo y la suciedad del aire, los trozos de grava de las pistas y la lluvia tienden a eliminar las superficies protectoras de las áreas frontales del motor y los conductos de aire de refrigeración. Los núcleos del enfriador del radiador o las aletas de los cilindros del motor alternativo, diseñados para la disipación del calor, no pueden ser pintados. Las bases de montaje de los accesorios del motor suelen tener pequeñas áreas de magnesio o aluminio sin pintar en las superficies de montaje mecanizadas. Con el aire húmedo y cargado de sal o contaminantes industriales constantemente sobre estas superficies, son fuentes principales de ataque corrosivo. La inspección de estas áreas debe incluir todas las secciones en la trayectoria del aire de refrigeración, con especial atención a las obstrucciones y grietas donde los depósitos de sal pueden acumularse durante las operaciones marinas. (FAA, 2018)

### ***2.23.3 Superficies externas de la piel***

Suelen estar cubiertas de acabados protectores y revestimientos de pintura. Las capas superficiales externas son de fácil detección. En el pasado estas zonas fue muy enfatizadas por lo que sus mantenimientos están claramente establecidos. (FAA, 2018)

## **2.24 Mantenimiento Preventivo para la corrosión**

Para la prevención de la corrosión se debe empezar de los más básico como: tener el personal calificado que tengan la capacidad de reconocer las condiciones de un material las técnicas de detección, limpieza y tratamiento de la corrosión, adicionalmente deben tener conocimiento sobre lubricación y conservación estructural de componentes. (FAA, 2018)

Se debe tener inspecciones programadas.

Aunque se tenga cualquier tipo de mantenimiento de control de la corrosión, el mantenimiento preventivo es una pieza clave la cual consta con las siguientes acciones específicas a realizarse. (FAA, 2018)

- Limpieza adecuada
- Constante lubricación
- Inspección de componentes para detectar corrosión y fallos.
- Retoque rápido de zonas con pintura deteriorada y tratamiento rápido de la corrosión.
- Mantenimientos precisos y notificación de discontinuidades en el material al fabricante o la autoridad aeronáutica.
- Personal calificado, utilización de materiales, equipos y publicaciones técnicas apropiadas.
- Sistemas básicos de mantenimiento correctamente mantenidos.
- Los orificios de desagüe deben estar siempre libres de obstrucciones.
- Sumideros de combustible drenados diariamente anterior a la puesta en marcha al motor.
- Mantener limpias las zonas críticas que están expuestas a la corrosión.
- Durante el mal tiempo se debe sellar la aeronave del agua y los días cálidos y soleados debe tener una correcta ventilación.
- Evitar el ingreso y retención de agua sustituyendo juntas y selladores en mal estado.
- Las aeronaves estacionadas en tierra deben hacer uso de protectores.

Si el mantenimiento preventivo regular tiene algún tipo de interrupción, la cantidad de mantenimiento necesario para restaurar la aeronave será mucha. (FAA, 2018)

### **2.24.1 Procedimientos de limpieza de componentes susceptibles a la corrosión**

Se aconseja los siguientes procesos:

Aleje y desenchufe toda la energía eléctrica de los aviones en tierra; las personas encargadas de la limpieza de las aeronaves deben utilizar equipo de protección como guantes, gafas o delantales. (FAA, 2018)

Prevenir la entrada de agua o compuestos de limpieza como en las puertas cerradas, aberturas, ruedas y rejillas de ventilación de la cubierta o en las aberturas estáticas de pitot. (FAA, 2018)

Tener cautela para que dichas protecciones se retiren posteriormente a la limpieza.

- Se debe lubricar anteriormente al lavado, hacerlo según el manual de mantenimiento aplicable.
- Revolver la solución de limpieza según las recomendaciones del fabricante.
- Utilizar un arco de agua mas no un chorro durante el lavado del avión.
- Evitar el uso de almohadillas que puedan rayar la aeronave y limpiar con agua dulce para eliminar compuestos de limpieza.

Se sugiere lo siguiente posteriormente a la limpieza:

- Quitar todas las cubiertas, tapones y materiales de enmascaramiento.
- Examinar y desocupar todos los orificios de drenaje.
- Comprobar y destapar todas las zonas de sifón conocidas para inspeccionar la acumulación de agua y su preciso drenaje.
- Emplear la preservación operativa.

### **2.24.2 Tratamiento de la superficie.**

Un proceso importante de la corrosión es el tratamiento de un metal con un producto químico para elaborar una película protectora. Los tratamientos químicos de superficie suministran resistencia a la corrosión al metal y benefician a la adherencia de las pinturas aplicadas posteriormente. Estos tratamientos también conocidos como revestimientos de conversión química o revestimientos de conversión de cromato, son soluciones acuosas de ácido de compuestos inorgánicos activos que transforman a las superficies de aluminio o magnesio en una película resistente a la corrosión. (FAA, 2018)

Los materiales de conversión química de aluminio y aleaciones de aluminio se ajustan a la norma MIL-C-81706. Los materiales de conversión química de aleaciones de magnesio se adhieren a la Especificación de Materiales Aeroespaciales (AMS)-M-3171, Aleación de Magnesio, Procesos para el Pretratamiento y la Prevención de la Corrosión. (FAA, 2018)

El procedimiento de los metales ferrosos, el acero inoxidable y el titanio, anteriormente de la pintura, se limitan a la supresión de la corrosión y la limpieza. (FAA, 2018)

La superficie debe estar lista para el empleo de los revestimientos de conversión química. Emplume las orillas de la pintura a lo largo del borde de las áreas decapadas químicamente previamente al pretratamiento y el repintado para fortalecer una transición suave y superpuesta entra las superficies de la pintura vieja y la nueva. (FAA, 2018)

Asear la zona con un tapete abrasivo muy fino saturado de agua. Alumbrar enjuagando con agua dulce. Poner atención a los elementos de fijación y otras zonas en donde pueda quedar atrapados residuos. La superficie debe carecer de rebordes de agua, una humectación incompleta o roturas de agua. Si una superficie muestra roturas de agua suele estar infectada con grasa o aceite y esto perjudicara al revestimiento de conversión, el sellado y la pintura. (FAA, 2018)

Si la superficie presenta roturas de agua, vuelva a asear la zona con una solución de compuesto de limpieza para aeronaves usando una estera abrasiva y clarificar a fondo con agua. (FAA, 2018)

El revestimiento de conversión química se suministra con una brocha, esponja humectante o un pulverizador no atomizador, logrando un color entre amarillo y dorado para el aluminio, de 2 a 4 minutos o un color marrón verdoso brusco o amarillo pardo para el magnesio, comúnmente de 30 segundos a 2 minutos. (FAA, 2018)

Enjuague con agua potable únicamente no emplee el uso de una trapo o paño, luego deje secar la superficie ya revestida de conversión química de mínimo 30 minutos a un máximo de 4 horas antes de pintarlo. (FAA, 2018)

## **2.25 Selladores**

Es la herramienta más importante para la inspección y prevención de la corrosión. Su función es evitar el ingreso de humedad, sal, polvo y fluidos aeronáuticos, que podrían tener como consecuencia una corrosión de cantidades considerables. Es importante elegir bien el sellante dependiendo de la zona donde se desea aplicar, suministrándolo correctamente. (FAA, 2018)

Son empleados en los siguientes sitios:

- Depósito de combustible
- Zonas de presión
- Contra la intemperie
- Cortafuegos
- Eléctrico
- Zonas resistentes a los ácidos
- Ventanas
- Alta temperatura

- Aerodinámico

Consultar el manual del fabricante de cada aeronave para conseguir la información específica del compuesto de sellado y su correcta aplicación es importante conocer las advertencias y precauciones a tomarse que el fabricante indica. (FAA, 2018)

Los selladores se deciden principalmente en dos: selladores que necesitan agente de curado y curado con el aire. Los selladores de poli-sulfuro, poli-éter y poliuretano están formados por: la base, el acelerador, o un agente de curado. El catalizador cura a la base formando un sólido gomoso la velocidad del curado va a variar de la temperatura y humedad. Puede llegar a tardar hasta 7 días el curado completó. (FAA, 2018)

Los selladores de silicona están formados por un componente de curado que reacciona con la humedad del aire. Si son aplicadas con un grosor excesivo o de manera que se impida la entrada de humedad en el material es posible que no culmine su curado. Los selladores de silicona producen ácido acético se recomienda no emplearlo en lugares o equipos sensibles. Condicionar los compuestos de sellado de silicona a productos no corrosivos que cumplan con la norma MIL-SPEC. (FAA, 2018)

En algunas ocasiones los compuestos sellantes necesitan una capa de adherencia previa para que tenga una buena unión con la superficie a tratar, por lo que se recomienda utilizar estas imprimaciones o promotores según lo indique el fabricante. (FAA, 2018)

### ***2.25.1 Procedimientos de aplicación de sellantes***

Descarte la corrosión, coloque un tratamiento químico e imprima todas las superficies, menos las internas del depósito de combustible. Si las superficies se encuentran contaminadas después del procedimiento superficial, asear el sector con un disolvente de limpieza y secar

rápidamente con un paño limpio. Estar pendiente que los disolventes no se evaporen. (FAA, 2018)

Enmascare la zona a sellar para eludir que el sellador este en contacto con las zonas cercanas durante la aplicación y el alisado. Enmascaramiento provechoso son el sellado de filetes de superficie exterior y las costuras a tope. (FAA, 2018)

Suministrar una fina capa de una solución promotora de la adherencia según el fabricante posteriormente dejarlo secar por evaporación sin tener contacto con la zona una hora antes de aplicar el sellador. (FAA, 2018)

Para los selladores de tipo espátula se emplean con una rasqueta no metálica. Eludir que permanezca aire atrapado. Trabaje el sellante en los huecos deslizando el borde del raspador firmemente sobre las áreas encintadas cerca de la zona de aplicación del sellante, será más sencillo si el raspador se sumerge en agua previamente. (FAA, 2018)

En caso de pincel para colocar el sellador, aplicarlo con una brocha y alisarla según el grosor deseado. Si se utiliza una pistola de calafateo para el sellado no se necesita enmascaramiento ya que se ajusta al relleno de costura o a la aplicación de juntas encofradas. En caso de la pistola de pulverización emplear un patrón sólido y continuo. (FAA, 2018)

Finalmente dejar que el sellador se seque o cure y cuando sea necesario, imprimir el sellador rápidamente cuando deje de estar pegajoso, posteriormente emplear una capa de acabo. (FAA, 2018)

Suministrar un sellador entre la superficie de contacto de dos o más piezas. Este sellador de superficies de contacto se utiliza para todo el montaje y si es posible para el remontaje; usar conjuntamente con el sellado de filetes. (FAA, 2018)

Existe dos tipos de instalaciones de sellado de superficies de contacto:

**Extraíbles.** - Para puertas de acceso, paneles, placas de inspección, ventanas, etc. El sellador se pondrá a la subestructura con un agente de separación en el panel extraíble durante el curado del mismo. (FAA, 2018)

**Permanentes.** - Sellado entre partes de una estructura fija permanente con alta adhesión de sellado. (FAA, 2018)

Los encargados del mantenimiento de aviones utilizan sellos de filete. Los sellos de filete envuelven las uniones estructurales de los rigidizadores, las paredes, los mástiles, los largueros; el sellado alrededor de los accesorios y los sujetadores. El sellador de filete debe usarse junto con el sellado de la superficie de ensamblaje y en vez de este si el montaje prohíbe el uso del sellado. (FAA, 2018)

El sellado por inyección rellena huecos ocasionados por saltos estructurales, brechas y aberturas. Inyecte el sellador en el área utilizando una pistola de sellado, posteriormente limpie la suciedad, virutas, grasas y aceites de los huecos antes del sellado por pulverización. (FAA, 2018)

El método de sellado de los elementos de fijación varía en función de la fijación. Para sellar durante el montaje un elemento de fijación permanente se debe sumergir el elemento en el sellador, e instalarlo mientras el sellador está húmedo. En el caso de fijaciones desmontables, comience la fijación en el orificio y aplique el sellador en el avellanador. Para



sellar después del montaje, aplique el sellador a la cabeza del elemento de fijación después de la instalación. Selle las celdas de combustible según los procedimientos del manual de mantenimiento del fabricante de la aeronave. (FAA, 2018)

## **2.26 Acabados de pintura y procedimientos de retoque**

Los sistemas de pintura preservan las superficies expuestas contra la corrosión y otras formas de deterioro. (FAA, 2018)

Los usos operativos de los esquemas de pintura del calendario incluyen:

- Requisitos de alta visibilidad
- Marcas de identificación
- Protección contra la abrasión
- Recubrimientos especiales como de pasarelas.

También tienen una capa de imprimación y otra de acabado, la imprimación favorece la adhesión y tiene inhibidores de corrosión, la de acabado proporciona durabilidad a la pintura, incluida la resistencia a la intemperie y la coloración para los requisitos operativos. Algunas superficies de las aeronaves rellenas de teflón, erosionadas por la lluvia necesitan revestimientos especializados por los requisitos de exposición al servicio o funcionamiento especificados en los manuales de mantenimiento del fabricante. (FAA, 2018)

La (EPA) junto con más agencias y distritos locales de control de la contaminación atmosférica limitan el contenido orgánico volátil (COV) o el contenido de disolventes, de las pinturas aplicadas en aeronaves, prestar atención a estas normas. (FAA, 2018)

Para tener una gran eficacia y adherencia de un acabado de pintura se debe tener una cuidadosa preparación antes de su retoque y reparación. Las superficies de pintura envejecidas deben ser lijadas, y desbastarlas a mano o con herramientas eléctricas. Al final percatarse que esté libre de corrosión, preparadas, la pintura circulante emplumada, limpiada y con recubrimiento de conversión. Sustituir los selladores de las juntas y enmascarar las áreas para evitar el exceso de pulverización. (FAA, 2018)

Aplicación en spray para retoques o repintados, para preparaciones diluir las imprimaciones con un diluyente, revuelva y aplique en capas uniformes. El grosor total de la película seca es de 0.6 a 0.9 o de 0.0006 a 0.0009 pulgadas. El restante de la película debe ser transparente, dejar que la imprimación se seque al aire libre, finalmente se debe aplicar una capa de acabado menos de 24 horas después de la imprimación. Poner revestimientos rellenos de teflón y compuestos para pasarelas sobre una imprimación. (FAA, 2018)

## **2.27 Eliminación de la corrosión en las aleaciones de aluminio.**

Identifique el metal, limpie y retire la pintura de la zona a reparar. La eliminación de la corrosión ligera no se debe usar el proceso de eliminación química a temperaturas mayores a 100°F o inferiores a 40°F. (FAA, 2018)

Utilice herramientas abrasivas o medios químicos:

Enmascare las áreas adyacentes para que no estén en contacto los abrillantadores con el aluminio, el vidrio o el acero. Ponga el removedor de corrosión con agua equitativamente, mezcle en recipientes de madera o plástico, aplíquelo con esponja o paño. Aplicar la solución en el área afectada, continúe con una agitación vigorosa con un cepillo resistente a los ácidos o

una estera de óxido de aluminio. Deje reposar por 12 minutos, no dejar secar producirá rayas. Enjuague con agua a alta presión, finalmente secar la zona con un paño limpio. (FAA, 2018)

Para la eliminación de la corrosión moderada y severa utilice gafas o cartea para protegerse de las partículas de la corrosión, proteger las áreas adyacentes durante la remoción mecánica. Para la limpieza y graneado usar perlas de vidrio, esto como alternativo para eliminar la corrosión de las aleaciones de aluminio revestidas y no revestidas. (FAA, 2018)

### **2.28 Conservación**

La colocación diaria de compuestos anticorrosivos preserva las piezas y componentes metálicos de los aviones. Elude que los materiales corrosivos entren en contacto con las superficies metálicas desnudas y las corroan. Varios de los compuestos movilizan el agua y otros contaminantes de las superficies, también lubrican y protegen contra la corrosión. Los compuestos preventivos corrosivos varían en apariencia y consistencia como tipos negros y espesos o hasta aceites ligeros. Los compuestos más espesos son más duraderos y dan la mejor protección contra la corrosión. Los compuestos más finos dan cierta lubricación, no se agrietan, astillan o descascarillan. (FAA, 2018)

## Capítulo III

### 3 Proceso

#### 3.1 Introducción

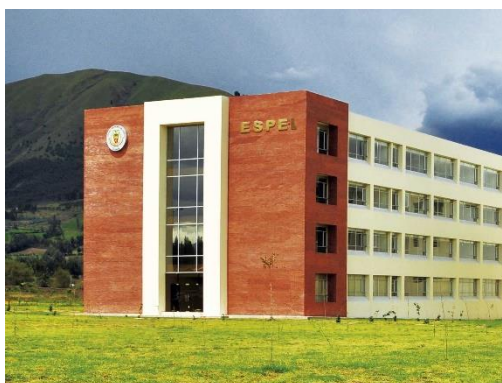
Previo a respectivas inspecciones y mantenimientos según correspondan a los componentes se deben tener en consideración los siguientes aspectos:

#### 3.2 Ubicación

La aeronave escuela CESSNA 150M se encuentra en el campus de la Universidad de las Fuerzas Armadas extensión Latacunga (ESPEL), en la parroquia de Belisario Quevedo, donde se efectuará la práctica de partículas magnéticas a las uniones de suelda del montante del motor como nos indica el manual, la reparación de capotas y su respectivo tratamiento anticorrosivo.

#### Figura 14

*Espe Sede Latacunga-Belisario Quevedo*



#### 3.3 Información técnica

La información técnica ha sido tomada del manual de mantenimiento de la aeronave D971-3-13 de las secciones 11 y 18, adicionalmente la inspección suplementaria número 71-20-01 la cual nos proporciona toda la información para aplicar el ensayo no destructivo al montante del motor.

Para el tratamiento anticorrosivo, la información y la técnica para aplicarlo fue tomada del manual de servicio de la aeronave ya mencionada y de la circular de asesoramiento 43-4B.

La reparación de la fibra de vidrio fue basada en el manual técnico de fuselaje volumen 1, donde encontramos la información necesaria para poder evaluar el componente y la gravedad de su estado por lo que podría complicar o hacer más simple la reparación.

### Figura 15

*Libro Técnico de aviones*



### 3.4 Procedimiento para desmontar las capotas

Las capotas de las aeronaves son de acceso rápido, están sujetadas con camloc o tornillos sujetadores, estos tienen cabeza en estrella o cruciforme y los clásicos destornilladores planos, estas cabezas son colocadas a elección o de acuerdo a las funciones y la región en el que se encuentre la aeronave, se debe tener precaución en caso de que algún sujetador, se aislé no se debe forzar ya que se puede dañar la impresión de la cabeza.

El motor de la aeronave y sus componentes deben estar siempre protegidos ya sean por las capotas y un cobertor hecho a la medida, por lo que estas deben estar siempre en el

mejor estado, ya que, si existe alguna grieta o fallo en ellas, el motor podría quedar a la intemperie y llegar a echarse a perder o elevar el costo de su reacondicionamiento

### **Figura 16**

#### *Desmontaje de capotas*



## **3.5 Limpieza del montante del motor y capotas**

### **3.5.1 Extracción de capotas**

El desmontaje de las capotas del motor se realiza, retirando los tornillos de fijación en las superficies de separación del morro y soltando los cierres rápidos en las superficies de separación laterales y en los soportes de los amortiguadores del cortafuego, desconecte el cableado eléctrico de la luz de aterrizaje del capó del morro.

Cuando instale el capó, asegúrese de conectar los elementos desconectados durante el desmontaje.

**Figura 17**

*Limpieza del montante*



### **3.5.2 Limpieza de capotas y componentes del motor**

Cuando se retiran las capotas del motor se pudo verificar que, por influencias del medio ambiente, nos encontramos con accesorios totalmente descuidados dentro de los capos incluyendo la superficie de estas, aquí hallamos toda clase de contaminantes ajenos al motor, tales como polvo ramas, hojas y telarañas. Por lo que es importante limpiar toda el área para esto se empleó una brocha para retirar el exceso de polvo y tela de arañas luego con un paño y alcohol industrial limpiamos rastros de aceite y polvo que no pudimos retirar con la brocha porque están adheridas a las pieles de los componentes y estructura.

### **3.6 Inspección general**

Retiradas las capotas y realizada una limpieza general debemos realizar una inspección visual para organizar las tareas, reparaciones y tratamientos que se aplicaran a las capotas, adicionalmente, el estado de los accesorios como los sujetadores, receptores, estado de las estructuras realizadas en materiales compuestos como lo empleado en este caso, fibra de vidrio, y si existe presencia de algún tipo de corrosión. Este paso es importante ya que de aquí partiremos para comenzar a adquirir la ferretería aeronáutica que es especial para algunos

tipos de aeronaves y de acuerdo al manual sabremos que procedimiento seguir de acuerdo a los daños encontrados.

### **Figura 18**

*Inspección visual de daños*



### **3.7 Inspección no destructiva al montante del motor**

El manual de mantenimiento traía consigo una actualización la cual nos daba la información necesaria para realizar un tipo de ensayo al montante para verificar su estado, se trata del ensayo de partículas magnéticas, a continuación, vamos a dar una breve explicación de la inspección suplementaria donde esta detallado el ensayo no destructivo.

#### ***3.7.1 Inspección suplementaria número: 71-20-01***

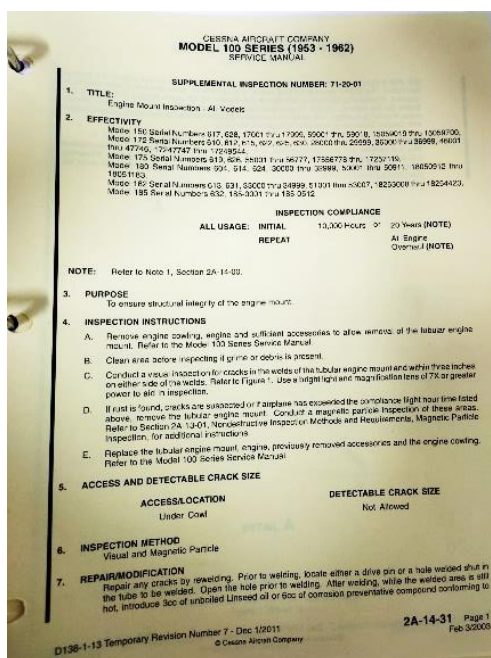
Esta inspección fue publicada en el 2003 y su última revisión fue en el 2011, aquí encontramos toda la información necesaria incluyendo los propósitos de realizar este tipo de inspecciones a diferentes componentes estructurales de la aeronave, en este caso nos centramos en el ensayo no destructivo de partículas magnéticas aplicadas al montante del motor toda esta información se encuentra recopilada en la pag.1 hasta la pag.3 , aquí se



incluyen las soluciones a cualquier tipo de discrepancia que podríamos encontrar al momento de obtener los resultados del ensayo.

## Figura 19

Inspección número: 71-20-01



## 3.8 Materiales y Equipos

Para realizar ensayos no destructivos se emplean algunas herramientas, materiales y equipos para realizar partículas magnéticas, este ensayo requiere de los siguientes materiales:

**Tabla 3:***Tipos de materiales*

<b>Uso</b>	<b>Material o equipo</b>	<b>Especificaciones</b>
Limpiador y removedor para NDI-END	SKC-S Aerosol	Elimina cualquier tipo de impurezas que se encuentren en la superficie del componente.
Partículas magnéticas fluorescentes	14AM Aerosol	Este aerosol sirve para aplicarse en suspensión sobre la superficie o uniones que se pretende ensayar.
Lámpara UV	Lámpara magnaflux black light	En un cuarto oscuro se enciende este tipo de luz y se verán las partículas magnéticas, ya que de ese tipo son fluorescentes.
Yugo magnético	Yugo magnético Magnaflux	Este va a magnetizar el componente y harán que las partículas formen un patrón en el lugar donde se encuentra el fallo superficial.
Probeta de prueba	Pastel indicador de campo	Esta probeta tiene forma de octágono y esta partida en 8 parte como rebanadas de pastel, ayuda a comprar el campo magnético y el resto de materiales están en correcto funcionamiento.

<b>Uso</b>	<b>Material o equipo</b>	<b>Especificaciones</b>
Extensión eléctrica	Extensión eléctrica convencional	Este es una extensión sencilla, únicamente por que los equipos no traen cables largos

### **3.9 Inspección a juntas del montante del motor**

El ensayo de partículas magnéticas se puede aplicar a las juntas en este tipo de componentes aeronáuticos sin retirar las películas de pintura únicamente se debe tener las juntas totalmente libres de contaminantes.

#### **3.9.1 Limpieza de juntas del montante del motor**

Ya fue se realizó un mantenimiento de este tipo, sin embargo, previamente a la inspección debemos retirar cualquier tipo de contaminante del aérea que va a ser ensaya en este caso las uniones de soldadora que es la zona la cual especifica el manual de servicio de la aeronave.

La limpieza se realiza con el limpiador y removedor SKC-S Aerosol con ayuda de un paño de fibra que no desprenda pelusa, se aplica el aerosol en el aérea hasta humedecerla bien luego con el paño retiramos los rastros de polvo, grasa o aceite y luego esperamos unos segundos a que este se seque bien, repetimos el proceso con todos y cada uno de las juntas.

**Figura 20**

*Limpieza de juntas*

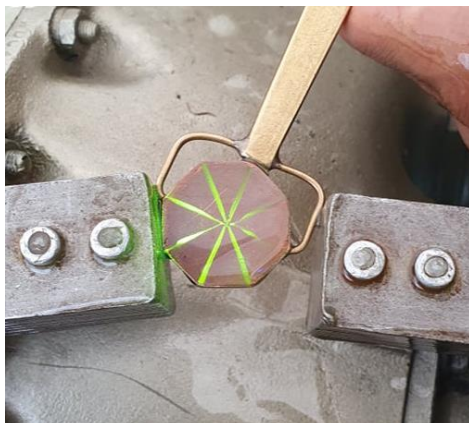


### ***3.9.2 Ensayo en la probeta***

Antes de realizar la inspección no destructiva, dentro del cuarto oscuro o anulando la luz vamos a utilizar la probeta de ensayos para comprobar el campo magnético y si todos los componentes están funcionando correctamente. Se va a tener una muestra de cómo se forman los patrones cuando se trata de una grieta o discontinuidad y sabremos cómo hay que inspeccionar para poder identificar estas fallas.

**Figura 21**

*Ensayo de Probeta*



### ***3.9.3 Ensayo del montante***

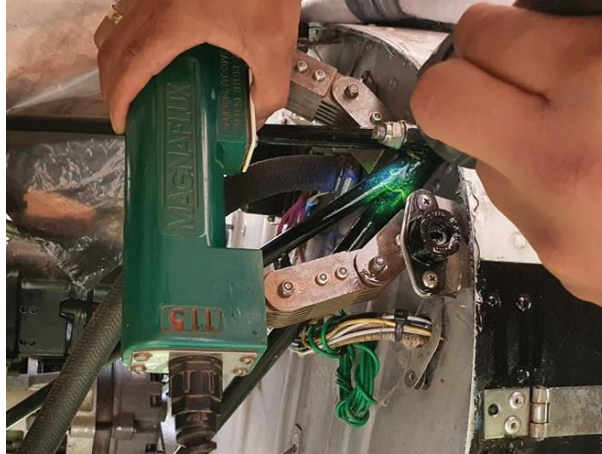
Las juntas del montante una vez ya libres de rastros de contaminantes es necesario que la luz ambiental sea casi nula o se cuente con un cuarto oscuro donde se aplica la solución en aerosol 14 AM de partículas magnéticas fluorescentes en las juntas de soldadura del montante, previamente debemos ya tener energizados o en chufados a una fuente de energía, en caso que sea necesario se implementara las extensiones de electricidad, los equipos a requerir para realizar el ensayo son lámpara ultravioleta y yugo magnético.

**Figura 22***Ensayo del Montante*

Habiendo aplicado la solución de partículas magnéticas fluorescentes es necesario tener la luz UV encendida y el yugo magnético sobre el componente para que este se magnetice y las partículas formen un patrón, si el componente tiene grietas o algún tipo de discontinuidad superficial, en el caso de no tener discontinuidades se va apreciar las partículas en la superficie del elemento, simplemente sobre ella sin formar ningún patrón, con la ayuda de la lámpara se podrá ver las partículas brillar. Este proceso se aplica a todas las juntas se las inspecciona con los mismo materiales y equipos.

**Figura 23**

*Aplicación luz UV*



#### **3.9.4 Limpieza final de las juntas**

Ya finalizado el ensayo es muy importante que las juntas queden totalmente libres del aerosol con partículas magnéticas, ya que este es a base de aceite y puede hacer que el polvo se pegue con más facilidad, la limpieza se lo realiza con el limpiador SKC-S aerosol, en esta limpieza si es necesario implementar el uso de un paño en todas las juntas.

**Figura 24**

*Limpieza de Juntas*



### **3.10 Interpretación de resultados de ensayo no destructivo**

Como resultado del ensayo de partículas magnéticas aplicado al montante del motor, se pudo apreciar que no se encontró ningún tipo de discrepancia en las juntas de soldadura del montante del motor, este ensayo se lo realizó bajo la inspección suplementario 71-20-01 que el fabricante público en el 2003, fue realizada de manera continua y su duración fue de una hora con los equipos y de dos horas hombres para preparar previamente las juntas y al finalizar realizar una limpieza que es muy importante ya que las partículas magnéticas están a base de aceite y este podría ser un adherente de contaminantes que podrían dañar los elementos.

Adicionalmente a los resultados obtenidos, que fueron satisfactorios, también se realizó una prueba a los que equipos, una prueba de calibración lo cual aprobaron todos los requerimientos solicitados por el fabricante, para que la inspección pueda ser llevada de la manera correcta como el manual lo especifica, con la finalidad que los resultados sean precisos.

### **3.11 Reparación de capotas**

#### ***3.11.1 3.8.1 Mantenimiento correctivo***

Al verificar minuciosamente el estado en el cual se encontraban las capotas o Cowling de la aeronave Cessna 150M de la ESPE extensión Latacunga, se decidió en corregir sus defectos y realizar los mantenimientos requeridos los cuales se encuentran detallados a continuación.



### 3.12 Materiales para la reparación

**Tabla 4:**

*Materiales y equipos de reparación*

<b>Descripción</b>	<b>Material o equipo</b>
Remoción total de películas de pintura	Removedor
Retira película de pintura sin lastimar la piel del componente	Espátula plástica
Retirar excesos de masilla, fibra y excesos de remover adheridos a la piel	Lijas
Reparación de partes del componente hechas en materiales compuestos	Fibra de vidrio
Endurecedor de la fibra de vidrio	Resina
Aplicar diferentes soluciones sobre las superficies	Brochas
Ayudan a dar forma a las secciones masilladas y retiran excesos de fibra	Tacos para lijar
Superficies porosas las deja lisas y sin imperfecciones	Masilla plástica
Aplicada para retirar el removedor adherido a la superficie del componente	Jabón neutro

<b>Descripción</b>	<b>Material o equipo</b>
Con ayuda del jabón neutro elimina el removedor	scotch brite
Solución para realizar mezclas de pintura y limpiar superficies de cualquier contaminante	Thinner
Limpieza de componentes para manejo de diluyentes o descontaminantes	Waipe
Limpieza de superficies de cualquier tipo de contaminante	Alcohol industrial
Sustancia anticorrosiva	Alodine
Capa base que protege al componente y lo separa de la pintura	Primer
Películas organizas que protege al componente de la intemperie y lo decora	Pintura
Sujetar los Cowling	Camloc
Los camloc engrampan en estos seguros que están adheridos a la pared de fuego el Cowling inferior	Receptores
Mezcla de masillas y aplicación	Espátulas

Descripción	Material o equipo
Aclarado natural	Agua
Cambio estético e iluminación de la aeronave	Lámpara led
Sujetador de los camloc para que estos cuando sean desatornillados no se caigan	Retenedor de tornillo

### 3.13 Relaciones de mezcla

Para saber la relación de una mezcla es importante seguir los pasos del fabricante ya que es quien nos indica cómo aplicar dependiendo del tiempo en el que se esté utilizando la mezcla, esta se puede medir con una balanza para que su sondeo sea más limpio, ya que al entrar en contacto con el catalizar la resina empieza a endurecerse.

#### 3.13.1 Resina y catalizador

La mezcla de la resina y el catalizador que harán que nuestra fibra de vidrio se endurezca, dependera de la temperatura del ambiente si esta es muy caliente se recomienda utilizar un 1.5% de catalizador al total de resina y si es un clima considerado frio se recomienda utilizar un 2% de igual manera al total. Un claro ejemplo es que se utilizara 200 cc de resina lo que nos a utilizar de catalizador sera 4 cc.

**Figura 25**

*Resina marca Nazza*



### **3.14 Aplicación de la fibra**

#### ***3.14.1 Preparación del área***

Previamente a realizar la reparación de la fibra, se debe escoger un área adecuada que tenga buena iluminación y ventilación también se necesita tener protección personal como overol guantes y gafas, es necesario cubrir toda la piel, por motivos de que la fibra de vidrio al contacto con la misma provoca una irritación incomoda.

#### ***3.14.2 Inspección y evaluación del componente***

Para empezar con la reparación debemos analizar que parte de las capotas deben ser reparadas exactamente, que puedan variar notoriamente la aerodinámica de la aeronave entonces limpiamos bien al componente delimitamos los arreglos para conocer la cantidad exacta de fibra y resina que se utilizara.

Hay que asegurar que los daños no sean muy considerables o superen a un 50% total del componente, por lo que si llegara a sobrepasar el porcentaje se podría considerar en reemplazar al componente, pero si el daño no es tan grave y es inferior al 45% se realiza una reparación. Estos consejos nos suministran los fabricantes.

**Figura 26**

*Colocación de fibra*

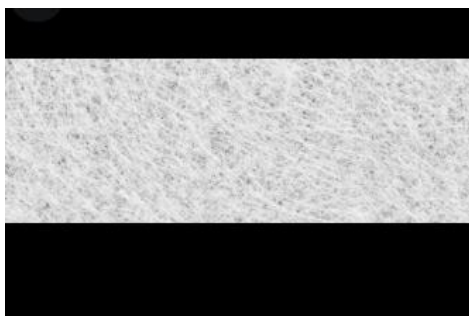


### **3.14.3 Corte de la fibra de vidrio**

Hay que realizar pequeñas tiras de la plancha de fibra de vidrio para que la aplicación de la misma sea más sencilla y no se complique el proceso mientras vamos colocando fibra y resinas para que la forma del componente no vaya a cambiar, ya que este caso no se realizó un molde solo se debe cubrir la superficie del componente que se quiere reparar.

**Figura 27**

*Corte de fibra*

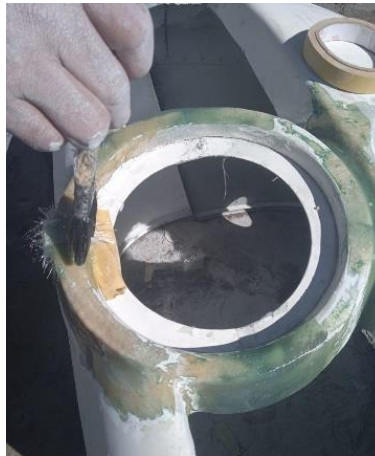


#### **3.14.4 Reparación con fibra de vidrio**

La reparación del componente, delimitando las áreas y los problemas que hay que solucionar comenzamos por mezclar la resina con el catalizador de acuerdo a la relación mencionada con anterioridad como la fibra ya la teníamos cortada comenzamos colocando con la brocha una capa de resina y colocamos una lámina de fibra luego con la cinta masking le damos la forma y seguimos colocando resina y fibra haciendo capas hasta que se tenga la consistencia requerida, y todas las fallas estén totalmente reparadas luego solo esperamos el tiempo de curado. Cuando el componente este polimerizado retiramos el exceso de resina con una amoladora o una lija fuerte.

#### **Figura 28**

*Aplicación en la pieza*



#### **3.14.5 Arreglo de agujeros**

Los agujeros que se encontraban con avería eran los del material compuesto por lo que con la misma fibra y resina se pudo rellenar los agujeros para luego volver a taladrarlos, estos agujeros estaban totalmente rotos hasta el filo de la superficie por lo que con ayuda de la cinta masking por detrás se pudo tener como molde para que estas zonas queden exactas.

**Figura 29**

*Corrección de agujeros*



### **3.15 Decapado de capotas superior e inferior**

#### **3.15.1 Decapado**

El proceso de decapado se realizó con un líquido removedor tal cual como lo indica el fabricante, es muy importante que el removedor no entre en contacto con la fibra de vidrio, si la fibra entrara en contacto esta la absorbería y no se podrá aplicar ninguna película de pintura además que va a dañar la fibra desgastándola hasta el punto de deshacerla.

**Figura 30**

*Líquido removedor*



### **3.15.2 Capota superior**

Para empezar a decapar las capotas se selecciona entre la superior e inferior, a elección, a esta se le va a limpiar bien con alcohol industrial y unos paños de fibra, retiramos todo el polvo que ya haya acumulado los restos de fibra que haya quedado, una vez que esté completamente limpia comenzamos a colocar el removedor con ayuda de una brocha vamos a colocarlo en la parte del interior que está aplicada primer únicamente, por lo que va a ser más rápida la retirada de la pintura, luego se decapa la parte exterior de la capota, se debe ser muy cuidadoso con la fibra así que podemos colocar masking al filo para que esta sustancia no tenga contacto con el material compuesto. Cuando ya está completamente cubierta la superficie interna dejamos actuar unos minutos al removedor para que toda la pintura esté completamente aflojada y no rayar la superficie, para esto también se utilizara una espátula de plástico para que la piel no sufra rayones o maltratos.

De esta manera realizamos el proceso al interior y exterior si es necesario se aplica otra vez removedor se deja actuar y se pasa la espátula de plástico para retirar las películas de



pintura, esto se debe repetir hasta que el aluminio que es el material de construcción este visible y libre de rastros de pintura.

### **Figura 31**

*Capota Superior*



#### **3.15.3 Capota inferior**

Continuando con el decapado, cuando la capota superior estuvo lista se empieza, con la capota inferior, está pintada por ambos lados, empezamos por la parte exterior, colocamos el removedor con una brocha dejamos actuar unos minutos y comenzamos a sacar la pintura con la espátula de plástico el proceso es el mismo hasta que la pintura haya sido desprendida en su totalidad y no queden restos adheridos a la superficie.

De igual manera esta capota tiene una sección realizada en materiales compuestos se debe tener cuidado con esta sección por lo que igual se recomienda utilizar la cinta masking para proteger la zona del líquido removedor.

**Figura 32**

*Capota Inferior*



#### **3.15.4 Aclarado natural**

El aclarado luego de decapar es muy importante ya que no puede quedar restos de removedor, si llegan a quedar restos adheridos a la piel, esta cuando se aplique las películas de pintura se reventaría hasta que la pintura se deteriore completamente en esa zona donde quedaron restos por lo que el manual sugiere que aclaremos con agua y un paño en este caso para asegurarnos que quede completamente libre del removedor vamos a utilizar jabón neutro y una esponja, este proceso provocara ningún daño sobre la superficie de las capotas, pero las dejamos libre de cualquier contaminante incluso con ayuda de estos 2 materiales podremos retirar los restos de pintura que quedaron atrapados en los canales donde se colocan los camloc y los receptores.

**Figura 33**

*Proceso de aclarado con agua*



### **3.16 Instalación de camloc**

La instalación de los camloc es muy sencilla solo se necesita, los camloc sus retenedores y unas pinzas el proceso es el siguiente primero se pasa el camloc por el agujero luego con la ayuda de una pinza colocamos al retenedor del tornillo y lo atravesamos hasta que este quede sujetando al camloc, la función del retenedor es que los tornillos al ser quitados lo separen del componente ya que pueden extraviarse.

### **3.17 Instalación de receptores**

Los receptores que sujetan a los capos entre sí, estaban en perfecto estado, los que fueron reemplazados fueron los receptores que van sujetos a la pared de fuego y sostiene a ambos capos de uno de sus extremos, estos receptores, son importantes ya que esta zona es la que brinda más seguridad a las capotas, aquí están sujetos al resto de la aeronave y no deben tener ni un poco de desvió porque si existe un pequeño calculo mal hecho las capotas pueden arrancarse.

### 3.18 Aplicación de mascarilla

La mascarilla plástica es una excelente aleada de la fibra de vidrio, la fibra de vidrio al ser reparada va a dejar unos poros los cuales previamente se lijan con láminas gruesas que usualmente son utilizadas para lijar metal, es ahí cuando se prepara la mezcla de la masilla para que la superficie del material compuesto quede uniforme y no se puedan evidenciar ningún tipo de porosidad o imperfección, la mascarilla se prepara con dos productos, la masilla en sí y su catalizador que es el secante, aproximadamente la relación de esta mezcla es de 2:10 es decir 2g de catalizador en 10g de masilla, esta mezcla no interfiere en el acabado, pero si en el tiempo de secado, mientras más catalizador se coloque, la mascarilla tendrá un curado rápido, pero hay que tener precaución ya que se puede llegar a desperdiciar si esta mascarilla no es colocada con rapidez.

#### Figura 34

*Mezcla de masilla*



Esta masilla ya realizada la mezcla se coloca con espátulas de caucho para que tenga una excelente adherencia y fácil manipulación, se trata de que la masilla quede lo más liso y al ras de la superficie únicamente quitando la

porosidad a la fibra reparada para que la lijada no se haga complicada.

**Figura 35**

*Aplicación de masilla*



### ***3.18.1 Lijada de excesos***

El masillado al componente se deja secar el producto por lo menos hasta el día siguiente, para poder comenzar a lijar, la lijada se realiza con tacos de caucho para poder aplicar la presión correcta y con lijas de agua de numero intermedio para no desgastar tanto la masilla ni dejar muchos excesos o imperfecciones, se la lija hasta que quede la superficie uniforme y sin irregularidades, este proceso se aplica a ambas capotas, ambas fueron reparadas.

**Figura 36**

Lijado de masilla



### **3.19 Tratamiento anticorrosivo**

Una vez que tengamos las capotas sin rastros de pintura totalmente y hayan quedado uniforme la zona del material compuesto, es necesario aplicar el anticorrosivo este anticorrosivo, este es únicamente alodine este químico, formara una película de cromato, para comenzar con esta aplicación se debe tener los componentes completamente limpios, a continuación se limpia con ayuda de alcohol industrial y un paño de fibra el área donde se va a aplicar, esperamos a que se seque, verificamos que no existan rastros de ningún tipo de contaminante y con una brocha limpia y nueva se comienza aplicar el producto alodine 1201 sobre la superficie del componente como si se tratase de una tarea de pintura con brocha, cubriendo toda el área de la superficie, esperamos el curado del producto que es de 5 a 8 minutos, y realizamos el aclarado o enjuague con abundante agua.

**Figura 37***Tratamiento Anticorrosivo*

Este producto solo es aplicable para superficies o pieles de la aeronave, y es aplicado previamente a cualquier tipo de fondo (primer) o película de pintura es importante que esperemos a que el área involucrada se torne de un color dorado antes de realizar el enjuague. Para el enjuague solo utiliza agua aplicada con una manguera no es necesario utilizar cualquier tipo de paño o waípe, se deja secar al aire libre, ya enjuagado el componente.

Para estar seguros que el anticorrosivo fue aclarado correctamente, se realiza lo que se conoce como prueba de la gota, consiste en agregar un poco de agua y estar pendiente en si al caer el agua sobre la superficie esta se abre como dejando raíces, el aclarado no está correctamente hecho, pero si la gota se desliza sin dejar rastro significa que el aclarado fue realizado en su totalidad.

**Figura 38**

*Aplicación del líquido anticorrosivo*



### **3.20 Pintura**

Se deben conocer las relaciones de las mezclas para que las películas de pintura y primer cumplan con sus propósitos y tiempos estimados de duración para así preservar la integridad de los componentes y sus accesorios.

#### **3.20.1 Relaciones de mezclas**

Las mezclas de pintura y fondo o primer, tiene una relación de 1:1 es decir uno de pintura o primer y uno de su respectivo catalizador o diluyente según sea el caso, sus catalizadores tiene funciones como el secado de la pintura su resistencia incluso su acabado una vez que la pintura este completamente seca.

#### **3.20.2 Primer**

El fondeo o primeado de las capotas, previamente debe estar el componente completamente limpio no se utiliza ningún tipo de sustancia ya que previamente fue dado tratamiento anticorrosivo, únicamente se pasa un paño de fibra completamente seco y limpio para retirar partículas de polvo o cualquier contaminante que se puede encontrar en la intemperie.



La mezcla del primer es sencilla se coloca la misma cantidad de fondo y de catalizador como fue dicho con anterioridad su relación es de 1:1, existen una variedad de pinturas para fondos que podrían variar su preparación de acuerdo al clima o factores de sus componentes mismos.

Ya obtenida la mezcla se coloca en una pistola de pintura conectada a una línea neumática, la sustancia debe ser pasada por un tipo de colador cónico el cual separa cualquier tipo de contaminante de la pintura, este paso es muy importante ya que existen restos de pintura seca o una partícula de polvo que podrían tapan la boquilla de nuestra pistola y retrasar nuestro trabajo, se regula su presión y la cantidad de pintura que será roseada por la pistola.

Se coloca los componentes en un lugar adecuado para comenzar a pintarlos, en este caso se utilizó unas plataformas las cuales mantenían a los componentes de forma vertical, el cual facilitaría su cobertura con primer, es muy importante pintar en lugares con una buena ventilación, el proceso de primeado se realizó en ambas capotas y de sus lados internos y externos.

Al ser el fondo no es necesario que quede completamente cubierta de primer, este proceso de pintura solo se debe realizar una pasada rápida, únicamente haciendo que los componentes tomen tono, mas no que queden completamente tinturado.

**Figura 39**

*Fondeo de estructuras*



### **3.20.3 Pintura**

La mezcla de la pintura es similar ya que su relación es de 1:1, en casos este es un excelente punto de partida ya se dependerá de el espesor de la pintura que estemos utilizando y el lugar donde nos encontremos debido al clima, existirán casos en el cual tendremos que agregar más catalizador por que la pintura es muy espesa, pero en la mayoría de casos agregar un 50/50 es una buena mezcla.

Para empezar con la pintura de las capotas se utilizara la mezcla de pintura y diluyente ya teniendo la consistencia deseada, está la agregamos a una pistola de pintura, para agregar la pintura a la pistola utilizamos un filtro cónico el cual hará que ingrese únicamente pintura al depósito y no permitirá el ingreso de ningún contaminante, una vez que el depósito este cerrado conectamos la línea neumática y comenzamos a regular la presión y el flujo de pintura que arrojará la pistola, y se comienza a pintar los componentes se busca un balance de la muñeca y la pistola para que la pintura no comience a chorrear en la superficie del componente, a esta pintura se le dan las capas necesarias para que quede uniforme el color.

Se debe tener lapsos de tiempo entre pasadas de pintura estos lapsos son de entre 30 y 45 minutos.

#### **Figura 40**

*Pintado de estructuras*



#### **3.20.4 Barniz**

El barnizado es un proceso importante ya que este sera el que se mantendrá a la intemperie y recibirá el mayor porcentaje de contaminación por luz solar, lluvia, o polvo, este proceso es que hace fuerte a la pintura y le da un acabado imponente, ya que le dará un brillo final a la pintura haciéndola uniforme y alargará la vida del color de las capotas.

Como sucedió con las sustancias anteriores el barniz tiene una relación de mezcla es de 2:1:1 es decir que en 2 porciones de barniz añadimos una de catalizador y una de diluyente, esto afectara en la fluidez y secado del barniz. Esta mezcla de igual manera es colocada en el depósito de la pistola previamente pasada por el filtro cónico que separara cualquier solido de la sustancia.

El barniz se lo rocía sobre la superficie pintada, cuando ya está totalmente seca se comienza a barnizar el componente, se deben hacer unas 2 pasadas y si quedaron espacios sin cubrir se realiza una pasada más, se deben tener lapsos de tiempos de secado para que no se

estropee, tiempo va alrededor de unos 30 o 45 minutos y cuando se termina de barnizar se lo deja hasta el siguiente día, para que el barniz quede bien adherido.

#### **Figura 41**

*Aplicación de barniz*



#### **3.20.5 Pintura franja negra**

La franja negra es un detalle, no es obligatoria sin embargo el fuselaje de aeronave tiene esta franja por lo que para continuar con el diseño es necesario hacerla, en primer lugar se debe tomar las medidas, en este caso se marco y se dejo un stencil de las franjas antes de ser despintadas lo que haria mas sencillo el momento en que toque pintarla, comenzamos a colocar papel periodico y cinta maskin para que ninguna otra parte de las capotas se vean intervenidas por la pintura negra.

**Figura 42**

*Preparación del componente*



Luego se prepara la pintura con una relación de mezcla del 50/50 pintura y catalizador, y se la coloca en el recipiente de la pistola de pintura pasando primero por el filtro cónico para separar cualquier impureza, luego se conecta la línea de aire comprimido y se regula los flujos de aire y pintura, se comienza a pintar la franja a este proceso se le da unas 2 manos de pintura ya que como se tiene de base el blanco la pintura se adherirá con más sencillez

**Figura 43**

*Aplicación de pintura*



### ***3.21 Instalacion final***

Ya finalizadas todas las reparaciones e inspecciones pertinentes, la pintura totalmente seca y barnizada, las capotas deben ser instaladas para cumplan con su fin, esta vez se instalo unos sujetadores en la parte frontal para que las capotas no sufran muchos esfuerzos al momento de ser retiradas y colocarlas nuevamente, ya que la finalidad de su uso, es la instrucción y preparacion de personal de mantenimiento.

#### **Figura 44**

*Capotas instaladas*



## Capítulo IV

### 4 Conclusiones y Recomendaciones

#### 4.1 Conclusiones

Los manuales de mantenimiento nos brindan la información e instrucciones necesarias para realizar un mantenimiento o cualquier tipo de reparación al igual que las circulares de asesoramiento, en esta ocasión utilizamos la circular donde nos explica sobre la corrosión, como tratarla, prevenirla y retirarla si fuera el caso, esta información técnica nos especifican lo necesario para efectuar los trabajos desde procedimientos hasta herramientas.

Para las tareas de mantenimiento se emplearon equipos, cumpliendo con lo que nos especifican los manuales, los materiales, equipos y herramientas deben estar en correcto funcionamiento y deben tener un estado físico adecuado, deben estar dentro de sus rangos de vencimiento los productos químicos para el tratamiento anticorrosivo y películas de pintura, estas no deben ser mezclados con ningún tipo de solución que no esté especificada en el manual de mantenimiento o en sus hojas de datos de fabricante.

Se realizó un mantenimiento preventivo al montante del motor, se aplicó un ensayo no destructivo para ser precisos un ensayo de partículas magnéticas el cual nos permitió observar el estado físico del componente y asegurar que este aún está en su estado de operable y un mantenimiento correctivo a los capos tanto al inferior como al superior ya que sus camloc, receptores y parte del área que está elaborada con un material compuesto estaban deterioradas, se aprovechó para darle un tratamiento anticorrosivo al aluminio y se cambió la pintura manteniendo los mismos tonos y parámetros, adicionalmente no se encontró corrosión en las superficies de las capotas.

## 4.2 Recomendaciones

Siempre tener en cuenta si existen nuevas actualizaciones de los manuales, circulares de asesoramiento, y otros documentos o libros donde podemos encontrar la información necesaria para comprender los componentes de la aeronave su funcionamiento, mantenimiento y su es el caso reparación o si es necesario reemplazarlo por uno nuevo.

Las herramientas, materiales y equipos deben estar etiquetados y almacenados en sus estuches originales o en lugares donde se pueda garantizar su cuidado, por razones de que el mantenimiento intacto de la integridad física y funcional de los elementos puede ser crítico al momento de realizar algún tipo de tarea, de esta manera se pueden evitar resultados erróneos o algún tipo de complicación por que los accesorios no funcionaban correctamente y se terminaron quebrando.

Las actualizaciones de los manuales nos dan nuevos mantenimientos los cuales no estaban antes considerados por el fabricante, esto es debido a que se suscitaron inconvenientes los cuales tuvieron que luego ser tratables y publicados por el fabricante, es muy necesario saber qué tipo de mantenimiento se dará a cada componente, pero siempre sera necesario una inspección visual por el técnico de mantenimiento o supervisor para determinar la tarea a llevarse a cabo, ya que al saltarse el paso de la inspección puede que durante el trabajo se encuentren nuevas complicaciones las cuales nunca se previeron.



## Bibliografía

- AC-Aviation. (2015). *Estándares de reparación y modificación importantes: documentación de AC-Aviation Documentation 1.0*. Recuperado el 14 de julio del 2021, de [https://ac-aviation.readthedocs.io/en/latest/AMP/Major\\_Repair\\_and\\_Modification\\_Standards.html](https://ac-aviation.readthedocs.io/en/latest/AMP/Major_Repair_and_Modification_Standards.html)
- ADMINISTRATION, F. A. (1964). *eCFR :: 14 CFR Part 43 -- Maintenance, Preventive Maintenance, Rebuilding, and Alteration*. Recuperado el 2 de noviembre del 2021, de <https://www.ecfr.gov/current/title-14/chapter-I/subchapter-C/part-43>
- Cavallo, C. (2021). *Todo sobre el acero 4130 (propiedades, resistencia y usos)*. Recuperado el 28 de octubre del 2021, de <https://www.thomasnet.com/articles/metals-metal-products/all-about-4130-steel-properties-strength-and-uses/>
- Cessna. (1990, July 2). *SERVICE MANUAL 150*. Recuperado el 18 de septiembre del 2021, de <https://usermanual.wiki/Document/Cessna15019691976MMD971313.2085218593.pdf>
- FAA. (2016). *AC 43-214A - Repairs and Alterations to Composite and Bonded Aircraft Structure – Document Information*. Recuperado el 18 de septiembre del 2021, de [https://www.faa.gov/airports/resources/advisory\\_circulars/index.cfm/go/document.information/documentNumber/43-214A](https://www.faa.gov/airports/resources/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentNumber/43-214A)
- FAA. (2018). *AC 43-4B - Corrosion Control for Aircraft | Enhanced Reader*. [extension://7318a58f-a5b3-49e0-a735-0aeac8f52a4f/enhanced-reader](https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_43-4B.pdf). Recuperado el 13 de julio del 2021, de [html?openApp&pdf=https%3A%2F%2Fwww.faa.gov%2FdocumentLibrary%2Fmedia%2FAdvisory\\_Circular%2FAC\\_43-4B.pdf](https://www.faa.gov/documentLibrary/media/Advisory_Circular/AC_43-4B.pdf)
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. (2018a). *Aviation Maintenance Technician Handbook– Airframe, Volume 1*. Recuperado el 2 de julio del 2021, de [https://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/media/amt\\_airframe\\_hb\\_vol\\_1.pdf](https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/media/amt_airframe_hb_vol_1.pdf)
- FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. (2018b). *Aviation Maintenance Technician Handbook– General*. Recuperado el 26 de Agosto del 2021, de [https://www.faa.gov/regulations\\_policies/handbooks\\_manuals/aviation/media/amt\\_general\\_handbook.pdf](https://www.faa.gov/regulations_policies/handbooks_manuals/aviation/media/amt_general_handbook.pdf)
- Magnaflux. (2021a). *14AM | Inspección por PM | Magnaflux*. Recuperado el 28 de julio del 2021, de <https://magnaflux.mx/Productos/Inspeccion-por-Particulas->

Magneticas/Consumibles/14AM.htm

Magnaflux. (2021b). *Indicadores de Campo Magnético para END | Magnaflux*. Recuperado el 28 de julio del 2021, de <https://magnaflux.mx/Productos/Inspeccion-por-Particulas-Magneticas/Accesorios/Indicadores-de-Campo.htm>

Magnaflux. (2021c). *Lámparas UV para Ensayos No Destructivos | Magnaflux*. Recuperado el 28 de julio del 2021, de <https://magnaflux.mx/Productos/Lamparas-UV.htm>

Magnaflux. (2021d). *SKC-S | Limpiador para END | Magnaflux*. Recuperado el 05 de agosto del 2021, de <https://magnaflux.mx/Productos/Ensayos-por-Liquidos-Penetrantes/Consumibles/SKC-S.htm>

Magnaflux. (2021e). *Y-7 Yugo Electromagnética para END | Magnaflux*. Recuperado el 11 de septiembre del 2021, de <https://magnaflux.mx/Productos/Inspeccion-por-Particulas-Magneticas/Equipo/Y-7.htm>

Oñate, E. (2016). *Materiales paraninfo.pdf*.

Oñate, E. (2018). *Conocimientos Del Avion | PDF*. Recuperado el 18 de octubre del 2021, de <https://es.scribd.com/doc/217394913/Conocimientos-Del-Avion>

Wikipedia. (2017). *Alargador eléctrico - Wikipedia, la enciclopedia libre*. Recuperado el 23 de octubre del 2021, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Alargador\\_eléctrico](https://es.wikipedia.org/wiki/Alargador_eléctrico)

# Anexos