



**“Recubrimiento orgánico del fuselaje según la información técnica aprobada para la protección de la superficie estructural de agentes externos en la aeronave Fairchild FH-227 perteneciente a la unidad de gestión de tecnologías.”**

**Cobos Ardila, Cristopher Lenin**

**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**

**Tlgo. Arellano Reyes, Milton Andrés.**

**16 de septiembre del 2020**

**Latacunga**



**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA.**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES.**

### **CERTIFICACIÓN**

Certifico que la monografía, “**RECUBRIMIENTO ORGÁNICO DEL FUSELAJE SEGÚN LA INFORMACIÓN TÉCNICA APROBADA PARA LA PROTECCIÓN DE LA SUPERFICIE ESTRUCTURAL DE AGENTES EXTERNOS EN LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227 PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS.**” fue realizado por el señor **COBOS ARDILA, CRISTOPHER LENIN** 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, 16 de septiembre del 2020

TLGO. ARELLANO REYES, MILTON ANDRÉS

CC.: 172306451-3

## REPORTE DE VERIFICACIÓN



### Document Information

**Analyzed document** TESIS Christopher Cobos.pdf (D80455943)  
**Submitted** 10/2/2020 2:52:00 AM  
**Submitted by**  
**Submitter email** clcobos@espe.edu.ec  
**Similarity** 2%  
**Analysis address** maarellano3.espe@analysis.arkund.com

### Sources included in the report

<b>W</b>	URL: <a href="https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7301/1/T-ESPE-ITSA-000012.pdf">https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/7301/1/T-ESPE-ITSA-000012.pdf</a> Fetched: 11/19/2019 10:13:04 PM	 <b>5</b>
<b>SA</b>	<b>MENDOZA ORTIZ LUIS ANTONIO.docx</b> Document MENDOZA ORTIZ LUIS ANTONIO.docx (D63480383)	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / CADENA ALEJANDRO.pdf</b> Document CADENA ALEJANDRO.pdf (D80454615) Submitted by: eacadena2@espe.edu.ec Receiver: maarellano3.espe@analysis.arkund.com	 <b>2</b>
<b>SA</b>	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / TESIS ANASI SEBASTIAN.pdf</b> Document TESIS ANASI SEBASTIAN.pdf (D80211877) Submitted by: sfanasi@espe.edu.ec Receiver: maarellano3.espe@analysis.arkund.com	 <b>1</b>
<b>SA</b>	<b>Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / INSPECCION Y PINTURA CESSNA 150M.docx</b> Document INSPECCION Y PINTURA CESSNA 150M.docx (D47675637) Submitted by: raenriquez3@espe.edu.ec Receiver: eszabala.espe@analysis.arkund.com	 <b>1</b>

Firma:



**TLGO. ARELLANO, MILTON ANDRÉS.**

CC.: 172306451-3



**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA.**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES.**

**RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA**

Yo, **COBOS ARDILA, CRISTOPHER LENIN**, con cédula de ciudadanía n°172365518-7, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“RECUBRIMIENTO ORGÁNICO DEL FUSELAJE SEGÚN LA INFORMACIÓN TÉCNICA APROBADA PARA LA PROTECCIÓN DE LA SUPERFICIE ESTRUCTURAL DE AGENTES EXTERNOS EN LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227 PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS.”** 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, 16 de septiembre del 2020**

Firma:

**Cobos Ardila, Cristopher Lenin**

CC. 172365518-7



**DEPARTAMENTO DE ENERGÍA Y MECÁNICA.**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN AVIONES.**

### **AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN**

Yo **COBOS ARDILA, CRISTOPHER LENIN**, con cédula de ciudadanía n°**172365518-7**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“RECUBRIMIENTO ORGÁNICO DEL FUSELAJE SEGÚN LA INFORMACIÓN TÉCNICA APROBADA PARA LA PROTECCIÓN DE LA SUPERFICIE ESTRUCTURAL DE AGENTES EXTERNOS EN LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227 PERTENECIENTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS.”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi responsabilidad.

**Latacunga, 16 de septiembre del 2020**

Firma:

A handwritten signature in blue ink, which appears to read 'Cristopher Lenin', is written over a horizontal dotted line.

**Cobos Ardila, Cristopher Lenin**

**CC. 172365518-7**

## **DEDICATORIA**

Mi monografía se lo dedico con todo mi amor y cariño a mis amados padres, por su gran sacrificio y esfuerzo empleado durante todo el trayecto de mi carrera, por creer en mi capacidad para alcanzar un peldaño más en mi vida siendo ellos quienes me forjaron como persona que con sus consejos lograron que culmine mis estudios.

A mis hermanos por ser mi fuente de inspiración y motivación que con sus palabras de aliento no me han dejado caer y poder superarme día a día.

A todos los que conforma la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE, se los dedico por todos los conocimientos transmitidos para un buen desenvolvimiento profesional.

A mis compañeros de aula quienes han sido de gran ayuda donde hemos compartido momentos de alegría y tristeza. Y así hemos podido cumplir con el propósito que es graduarnos.

**Cobos Ardila, Cristopher Lenin**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por darme la oportunidad de estar en este mundo, como no agradecerles a mis padres quienes me han apoyado incondicionalmente cuando los necesitaba, muchos de mis logros se los debo a ellos. Gracias papa y mama por formarme con reglas, motivaciones para concluir con éxito mi carrera.

Agradezco a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE por haberme aceptado ser parte de esta prestigiosa institución para poder estudiar mi carrera, así también agradecer a cada uno de los docentes que me brindaron sus conocimientos.

A mi tutor de monografía Tlgo. Arellano Reyes Milton Andrés por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, quien ha sido mi mentor durante todo el desarrollo del proyecto de titulación.

Después de haber culminado esta etapa de estudio con gran éxito, no me queda más que agradecer a todas aquellas personas que una u otra forma me apoyaron para alcanzar uno de los objetivos trazados.

**Cobos Ardila, Cristopher Lenin**

**ÍNDICE DE CONTENIDOS**

<b>CARÁTULA .....</b>	<b>1</b>
<b>CERTIFICACIÓN .....</b>	<b>2</b>
<b>REPORTE DE VERIFICACIÓN.....</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>ÍNDICE DE CONTENIDOS.....</b>	<b>8</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>13</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>14</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>15</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>16</b>
<b>1. Problema de Investigación .....</b>	<b>17</b>
1.1.Antecedentes .....	17
1.2.Planteamiento del problema.....	18
1.3.Justificación.....	19
1.4.Objetivos.....	20
1.4.1  Objetivo General.....	20
1.4.2  Objetivos Específicos .....	20
1.5.Alcance .....	20
<b>2. Marco Teórico.....</b>	<b>21</b>

2.1.Historia aeronave Fairchild.....	21
2.1.2 Características técnicas .....	22
2.2.Medio ambiente.....	24
2.2.1 Contaminación atmosférica.....	24
2.3.Proceso para la realización de la pintura aeronáutica .....	25
2.3.1 Herramientas y materiales para el proceso de Pintura Aeronáutica.....	25
2.3.2 Manipulación y Almacenamiento de Productos Químicos. ....	31
2.4.Materiales Aeronáuticos.....	31
2.4.1 Materiales ferrosos .....	31
2.4.2 Tratamiento de metales ferrosos .....	32
2.4.3 Materiales no ferrosos .....	33
2.5.Corrosión en la aeronave.....	34
2.5.1 Zonas más propensas en la aeronave.....	34
2.5.2 Tipos de corrosión .....	37
2.6.Tratamiento de la corrosión.....	42
2.7.Decapado .....	43
2.8.Soluciones contra la corrosión .....	43
2.9.Remoción y tratamiento anticorrosivo .....	44
2.9.1 Tratamiento de aleaciones de aluminio .....	45
2.9.2. Remoción mecánica de corrosión.....	46
2.9.3. Capa protectora .....	46
2.9.4. Tratamiento electrolítico .....	47
2.9.5 Tratamiento químico.....	47

	10
2.9.6 Película de óxido superficial.....	48
2.10.Anodizado del aluminio.....	48
2.10.1 Proceso del anodizado.....	48
2.11.Recubrimientos orgánicos.....	50
2.12.Película orgánica.....	52
2.13.Primer en Zinc Orgánico.....	52
2.14.Tratamiento de la superficie.....	53
2.14.1 Métodos de tratamiento de la superficie.....	53
2.14.2 Tratamiento de aleaciones de magnesio.....	55
2.14.3 Galvanización.....	55
2.14.4 Rocío metálico.....	56
2.14.5 Evaluación de daño por corrosión.....	56
2.15.Preparación para la remoción.....	57
2.15.1 Remoción de la capa protectora.....	57
2.16.Remoción de la pintura.....	58
2.16.1 Remoción mecánica de la pintura.....	58
2.16.2 Remoción de la pintura de aluminio y magnesio.....	59
2.16.3 Remoción de la pintura de las aleaciones de hierro y acero.....	59
2.17.Sellantes.....	59
2.17.1 Tipos y propiedades físicas de los sellantes.....	60
2.17.2 Aplicaciones de los sellantes.....	61
2.17.3 Criterios de aplicación.....	63
2.18.Secuencia de pintura.....	63

2.18.1 Preparación y manejo de pintura.....	63
2.18.2 Medida de la viscosidad.....	64
2.18.3 Tiempo de vida de la mezcla.....	65
2.19.Peso de la pintura.....	66
2.20.Métodos de aplicación de acabado .....	67
2.20.1 Inmersión .....	68
2.20.2 Cepillado .....	68
2.20.3 Pulverización .....	68
2.21.Operaciones de Riesgo.....	68
2.21.1 Tomas a tierra.....	69
<b>3. Desarrollo del Tema.....</b>	<b>70</b>
3.1.Preliminares .....	70
3.2.Consideraciones generales .....	70
3.3.Capacitación de medidas de seguridad operacional y bioseguridad .....	71
3.4.Preparación de la aeronave .....	72
3.5.Remoción de pintura.....	74
3.5.1 Limpieza del fuselaje .....	74
3.5.2 Enmascarado de la Aeronave .....	75
3.5.3 Decapado químico.....	76
3.6.Lijado estructural .....	78
3.7.Limpieza de la aeronave y el área de trabajo.....	79
3.8.Procedimiento de pintado .....	80
3.8.1 Enmascaramiento.....	80

3.8.2	Aplicación de la capa protectora (primer)	81
3.8.3	Aplicación de pintura	81
3.9.	Proceso Stencils	83
3.10.	Análisis económico	84
3.10.1	Costos primarios	85
3.10.2	Costos secundarios	85
<b>4.</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones</b>	<b>87</b>
4.1.	Conclusión	87
4.2.	Recomendación	88
	<b>REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>89</b>
	<b>ABREVIATURAS</b>	<b>93</b>
	<b>GLOSARIO</b>	<b>94</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>95</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b> Material equipos y herramientas .....	73
<b>Tabla 2</b> Requerimientos para la aplicación de pintura.....	82
<b>Tabla 3</b> Costos primarios.....	85
<b>Tabla 4</b> Costos secundarios .....	86

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Aeronave Fairchild F -27 .....	22
<b>Figura 2</b> Dimensiones de la Aeronave Fairchild F-27 .....	23
<b>Figura 3</b> Contaminación Aeronáutica.....	24
<b>Figura 4</b> Pistola de pintura .....	26
<b>Figura 5</b> El compresor .....	26
<b>Figura 6</b> Cepillos de acero .....	27
<b>Figura 7</b> Contenedores para revestimiento .....	28
<b>Figura 8</b> Lana abrasiva metálica .....	29
<b>Figura 9</b> Esteras abrasivas .....	30
<b>Figura 10</b> Raspador no metálico.....	31
<b>Figura 11</b> Los metales ferrosos.....	32
<b>Figura 12</b> Los metales no ferrosos .....	33
<b>Figura 13</b> La corrosión aeronáutica .....	34
<b>Figura 14</b> Corrosión atmosférica.....	37
<b>Figura 15</b> Corrosión galvánica .....	38
<b>Figura 16</b> Corrosión generada por picadura.....	39
<b>Figura 17</b> La corrosión por hendidura.....	40
<b>Figura 18</b> Corrosión por exfoliación .....	40
<b>Figura 19</b> Corrosión microbial.....	41
<b>Figura 20</b> Limpiador de corrosión .....	42
<b>Figura 21</b> Proceso de remoción de un avión .....	44
<b>Figura 22</b> Limpieza de la corrosión.....	45
<b>Figura 23</b> Creación de la película de óxido superficial.....	48
<b>Figura 24</b> Recubrimiento de la capa orgánica.....	51
<b>Figura 25</b> Sistema de tratamiento para pintura .....	53
<b>Figura 26</b> Inspección final de la corrosión .....	56
<b>Figura 27</b> Preparación de la superficie .....	57
<b>Figura 28</b> Implementación de sellos .....	60
<b>Figura 29</b> Aplicaciones de los sellantes.....	61
<b>Figura 30</b> Preparación y mezcla de pintura .....	64
<b>Figura 31</b> Medidor de viscosidad .....	65
<b>Figura 32</b> Pintura de una aeronave .....	66
<b>Figura 33</b> Acabados de la pintura del avión .....	67
<b>Figura 34</b> Equipos de protección personal .....	71
<b>Figura 35</b> Capacitación de las medidas de seguridad .....	72
<b>Figura 36</b> Equipos y materiales para utilizar.....	73
<b>Figura 37</b> Limpieza del fuselaje .....	75
<b>Figura 38</b> Enmascarado de la aeronave.....	76
<b>Figura 39</b> Aplicación del removedor .....	78
<b>Figura 40</b> Proceso de lijado mecánico.....	79
<b>Figura 41</b> Limpieza de la aeronave y el área de trabajo .....	80
<b>Figura 42</b> Proceso de enmascaramiento.....	81
<b>Figura 43</b> Aplicación de la pintura en el fuselaje .....	82
<b>Figura 44</b> Proceso Stencils .....	84

## **RESUMEN**

Este proyecto surge de la necesidad de mejorar técnicas de enseñanza mediante el uso del material didáctico con la aplicación de los conocimientos teóricos en forma práctica. En la presente monografía se realizó la inspección, enmascarado, remoción de la pintura del fuselaje para la aplicación del recubrimiento orgánico, se ejecutó con la ayuda de los manuales del fabricantes y boletines de servicio, contiene también los procedimientos técnicos enfocados al mantenimiento, en el ATA 11 se obtiene los procedimientos pertinentes en forma detallada como es el tratamiento anticorrosivo, decapado y el proceso de aplicación de pintura, con la finalidad de conseguir un acabado de calidad evitando la formación de la corrosión. El contenido de esta monografía incluye los métodos de protección superficial que están ligados al control de la corrosión, el proceso de pintura de los componentes para la protección de los agentes externos. Se detalla también un conjunto de operaciones orientadas a la función principal de proteger la estructura y el revestimiento de la corrosión o degradación a causa del medio ambiente. La finalidad de implementar esta guía metodológica es resaltar marcas es logotipos con los colores representativos de la carrera por esta razón se explica en este documento un procedimiento detallado del tema de la pintura.

### **PALABRAS CLAVES**

- **REMOCIÓN DE LA PINTURA**
- **RECUBRIMIENTO ORGÁNICO**
- **BOLETINES DE SERVICIO**
- **TRATAMIENTO ANTICORROSIVO**
- **PROTECCIÓN SUPERFICIAL**

## **ABSTRACT**

This project arises from the need to improve teaching techniques through the use of didactic material with the application of theoretical knowledge in a practical way. In this monograph, the inspection, masking, and removal of the paint from the fuselage for the application of the organic coating was carried out, it was carried out with the help of the manufacturers manuals and service bulletins, it also contains the technical procedures focused on maintenance, in the ATA 11 obtains the pertinent procedures in detail such as the anticorrosive treatment, stripping and the paint application process, in order to achieve a quality finish avoiding the formation of corrosion. The content of this monograph includes the methods of surface protection that are linked to the control of corrosion, the process of painting the components for the protection of external agents. A set of operations oriented to the main function of protecting the structure and coating from corrosion or degradation caused by the environment is also detailed. The purpose of implementing this methodological guide is to highlight brands and logos with representative colors of the race, for this reason a detailed procedure about painting is explained in this document.

## **KEYWORDS**

- **PAINT REMOVAL**
- **ORGANIC COATING**
- **SERVICE BULLETINS**
- **ANTI-CORROSION TREATMENT**
- **SURFACE PROTECTION**

## 1. Problema de Investigación

### 1.1. Antecedentes

Los agentes externos han sido un problema industrial importante ya que a causa de ellos se produce la oxidación la cual da paso a un problemas mucho mayor como lo es la corrosión produciendo así daños en los materiales metálicos como puede ser la ruptura de estos acarreando así grandes gastos por reparación o en casos mayores el cambio total de los mismos por ello es muy importante realizar un control y así prevenirla ya que al ser un proceso natural no se puede evitar, por ello en aviación es de gran importancia que la corrosión se mantenga muy controlada ya que esta causa grandes daños en la estructura aerodinámica de las aeronaves.

Es así como dentro de los agentes protectores está la pintura la cual debe ser adecuada y cumplir con los requisitos especificados por el fabricante la misma que será de gran ayuda a la hora de mantener a la aeronave lejos del problema que representa los agentes que encontramos en el medio ambiente, pero si el agente no logra contenerla se debe retirar dicha capa protectora para así realizar los procedimientos anticorrosivos pertinentes.

Por lo tanto, trabajos como el de (Wilmer, 2012) “Elaboración de un CD interactivo de enseñanza del tratamiento anticorrosivo que se encuentra en las aeronaves” culminó en que para realizar un proceso anticorrosivo se debe remover de manera adecuada la pintura como también en que los procesos anticorrosivos impartidos de la institución no son suficientes para el aprendizaje, sino que, se requiere una práctica en la cual los alumnos puedan establecer e identificar los pasos a seguir para los tipos de corrosión existentes.

Por otro lado, trabajos como los de Bustamante (Henry, 2009) “Planificación y diseño para pintura aeronáutica de la aeronave Cessna 182” concluyó que la pintura aeronáutica debe tener agentes que puedan proteger a la aeronave de la corrosión producida por los

agentes externos y que dicha pintura debe ser aplicada de acuerdo con los procedimientos ya establecidos dentro de la industria aeronáutica.

Debido a esto se ejecutará como proyecto de titulación el tema antes mencionado para así poder aplicar los conocimientos adquiridos como también reforzarlos, siendo de gran importancia aprender a evitar el daño causado por los agentes externos aplicando la pintura de manera adecuada para que la aeronave se mantenga en un estado óptimo.

## **1.2. Planteamiento del problema**

El 8 de noviembre de 1999 la Escuela Técnica de las Fuerzas Armadas se la renombró como Instituto Superior Aeronáutico (ITSA) el cual durante mucho tiempo fue el único centro educativo en ser aprobado por la Dirección General de Aviación Civil para formar futuros técnicos de aviación, siendo así el honorable consejo estudiantil de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE realiza la integración de dicha institución aeronáutica creando así la Unidad de Gestión de Tecnologías (UGT), ubicada en la ciudad de Latacunga un 13 de enero del 2014.

Las instalaciones de la Unidad de Gestión de Tecnologías - ESPE cuenta con laboratorios y talleres que son de vital importancia para la formación académica y práctica de sus estudiantes, también cuenta con aeronaves denominadas aviones escuela las cuales han sido adquiridas por las autoridades de dicha institución siendo uno de ellos el avión Fairchild FH-227.

Dicha aeronave que con el pasar de los años y debido a que donde se encuentra en reposo es un lugar al aire libre a sufrido daños por los agentes externos del lugar causando así un gran deterioro en su recubrimiento orgánico el cual es de vital importancia para cuidar su estructura y que así los estudiantes puedan utilizar dicha aeronave para sus prácticas y talleres.

Por tal motivo el realizar el recubrimiento orgánico de la aeronave Fairchild FH-227 es de vital importancia, porque si no se toma las medidas correctivas con el pasar del tiempo su daño será más grave causando así un problema estructural por ello se debe aplicar la pintura adecuada para así evitar futuros problemas y daños a la aeronave y su estructura.

### **1.3. Justificación**

Siendo la Unidad de Gestión de Tecnologías la única institución legal aprobada por la Dirección General de Aviación Civil en formar técnicos aeronáuticos y profesionales de altísima calidad que quieren emprender en el camino de la aviación a nivel nacional, dicha institución es la preferida por las personas y se ha posicionado como la principal institución en impartir estos conocimientos por lo que debe cumplir con un estándar de profesionalidad y calidad y reflejarlo en todo momento.

Por ello el desarrollo de este proyecto es el de incrementar el interés de los estudiantes dando a conocer como es el proceso de un recubrimiento orgánico ya que consta de varios pasos y procesos los cuales se deben cumplir a cabalidad y conciencia y así brindar a los estudiantes una mejor ayuda tanto practica como teórica que reforzara lo ya aprendido en clase y también así prepararlos para el campo laboral.

Con dicho proyecto los beneficiados directos son los estudiantes aspirantes a mecánicos aeronáuticos ya que van a adquirir una gran experiencia y salir al mundo laboral con altas expectativas como también realizaremos la imagen de la Universidad demostrando así el compromiso que tiene con la industria aeronáutica con el tema de recubrimiento orgánico del fuselaje para la protección de la superficie estructural de agentes externos Fairchild FH-227 perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Implementar el recubrimiento orgánico del fuselaje del avión escuela Fairchild FH-227 perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías mediante la aplicación de la documentación técnica respectiva para así mantenerla en óptimas condiciones.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Obtener la documentación correspondiente para efectuar así de manera adecuada y eficaz el recubrimiento orgánico del avión escuela Fairchild FH-227.
- Adquirir los materiales necesarios para realizar el recubrimiento orgánico del avión escuela Fairchild FH-227 según los estándares establecidos.
- Realizar el proceso de pintura apropiado para la aeronave Fairchild FH-227 utilizando los equipos de protección personal adecuados para la tarea.

## **1.5. Alcance**

El propósito de realizar el tema propuesto es el de así perfeccionar los conocimientos ya adquiridos a lo largo de la carrera universitaria y así poder aplicarlos de manera adecuada dentro del ámbito laboral que pretendo emprender y también dejar documentación que sirva de base para futuros proyectos o practicas a realizar del tema antes mencionado o temas relacionados como así también dejar un trabajo que beneficie a la universidad y a los estudiantes de esta.

## **2. Marco Teórico**

### **2.1. Historia aeronave Fairchild**

Esta aeronave fue creada en base al Fokker F27 holandés, Bajo la licencia del Fokker. Fairchild fue uno de los fabricantes Estadunidenses de aeronaves más populares de los tiempos, creada por el señor Sherman Fairchild en el año 1925 con base en Nueva York y Farmingdale bajo el nombre de "Fairchild Aviation Corporation" aunque en un tiempo cambio su nombre a "Fairchild Aircraft Manufacturing Company.

Una de las primeras creaciones de esta empresa fue un avión estadounidense que poseía una cabina estanca y su tren de aterrizaje que funcionaba hidráulicamente.

En el año de 1929 el creador de Fairchild se hace acreedor de la mayor parte de las acciones de la empresa estadounidense "Kreider-Reisner Aircraft Company del estado de Hagerstown y es trasladado a este en el año de 1931.

En los años posteriores a 1947 y tras la creación del C-119 Flying Boxcar se llegó a fabricar una cantidad de 1.100 unidades para la USAF y otros operadores incluida la "Real Fuerza Aérea Canadiense". En 1949 la "Fairchild Engine and Airplane Corporation con sede en Hagerstown comenzó a desarrollar una aeronave la C-123 la cual empezó su servicio en 1955.

En el año 1956 el fabricante Fairchild adueña los derechos del Fokker F27, con la cual logra producir la cantidad de 206 unidades las cuales denominó bajo el nombre de Fairchild F-27 y hasta realizaron una versión llamada Fairchild FH-27. En el periodo de 50 años este fabricante fue subcontratista de Boeing para el abastecimiento de paneles de alas y algunas secciones del fuselaje de la aeronave B-52. Esta asociación duro hasta los años 80 ya que Fairchild también construyo superficies de control del B747 y 757.

En 1971 Fairchild cambia nuevamente su nombre a “Fairchild Industries” tras la muerte de su fundador y se disuelve en el año 2003. (Perez, 1985)

### Figura 1

*Aeronave Fairchild F -27*



*Nota.* Esta imagen ilustra al avión comercial FAIRCHILD FH27. Tomada de (Varig, 1972)

#### 2.1.2 Características técnicas

El Fokker F-27 es un bimotor de transporte de pasajeros, propulsado por dos turbohélices, construido por la empresa Fokker de los Países Bajos.

Diseñado durante la década de los 50 como reemplazo del venerable Douglas DC-3, el F-27 original podía transportar hasta 28 pasajeros en una cabina presurizada, de ala alta, propulsado por dos turbohélices “Rolls- Royce Dart”.

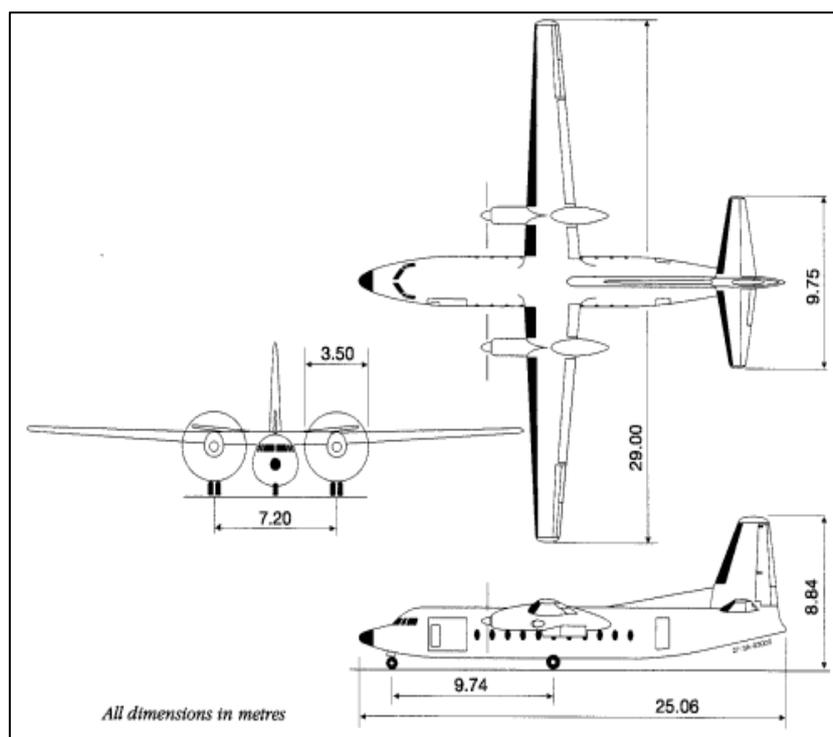
La producción del Fokker continuo hasta completarse el ejemplar nº586, en 1987, en total contando los aviones fabricados por Fairchild, se construyeron 793 unidades. (Golpe, 2017)

- Tripulación: 3 (piloto, copiloto y sobrecargo)
- Capacidad: 48 a 52 pasajeros.
- Longitud: 25,06 m (83,7 ft)
- Envergadura: 29 m (95,1 ft)

- Altura: 8,4 m (27,6 ft)
- Peso vacío: 18 600 kg (40 994,4 lb)
- Peso útil: 6 180 kg (13 620,7 lb)
- Peso máximo al despegue: 20 640 kg (45 490,6 lb) . Máximo al aterrizar: 20.410 kg
- Planta motriz: 2x turbohélice Rolls-Royce Dart 532-7L.
- Potencia: 1 692 kW (2 268 HP; 2 300 CV) cada uno.
- Hélices: Cuadripala Rotor. Régimen máximo: 16.500 rpm, Posiciones: Ground fine pitch 0°, Flight fine pitch 16°, Cruise pitch 28° y Feathered con 83°.
- Diámetro de la hélice: 3,81 m (12,5 ft)

## Figura 2

*Dimensiones de la Aeronave Fairchild F-27*



*Nota.* Esta imagen ilustra las dimensiones presentes de la aeronave FAIRCHILD F-27.

Tomada de (F27-500, 2010).

## 2.2. Medio ambiente.

### 2.2.1 Contaminación atmosférica

El medio ambiente ha sido uno de los más afectados por causa del transporte aéreo, el impacto ambiental que general los aviones no se puede controlar y a medida que aumenta el uso de transporte aéreo la contaminación también crecerá.

El transporte aéreo presenta actualmente el mayor crecimiento de todos los modos de transporte. La aviación comercial se enfrenta al reto de tomar un papel activo en la búsqueda e impulso de soluciones para alcanzar la sostenibilidad del sector, por lo tanto, es necesario realizar un diagnóstico de situación a través de unos indicadores y modelos adecuados que midan el impacto ambiental del transporte aéreo. Los tipos de impacto ambiental del transporte aéreo se pueden clasificar como de efecto local (ruido, contaminación de aire local, uso de espacio), o de efecto global (consumo de materiales no renovables, aportación al cambio climático).

### Figura 3

#### *Contaminación Aeronáutica*



*Nota.* La imagen ilustra la contaminación que producen las aeronaves por la quema de combustible, tomada de (F27-500, 2010).

El problema para la industria de la aviación es que hay pocas soluciones tecnológicas disponibles, que le ayuden a reducir las emisiones y abordar la posible reacción negativa del consumidor. El problema básico es que aún no se descubre cómo lograr que un avión haga un vuelo de larga distancia sin quemar alrededor de 100 toneladas de combustibles fósiles, menciona Mike Berners-Lee, especialista en huella de carbono y profesor de la Universidad de Lancaster. Las aerolíneas representan alrededor de 2% de las emisiones de dióxido de carbono en el mundo.

Pero las cifras generales oscurecen el impacto más amplio de los viajes por aire. Cuando los aviones surcan el cielo también emiten otras sustancias que tienen un importante efecto de calentamiento, como el óxido de nitrógeno y la condensación, las largas y delgadas nubes de vapor congelado que se pueden ver desde el suelo. (Hook, 2019)

### **2.3. Proceso para la realización de la pintura aeronáutica**

#### **2.3.1 Herramientas y materiales para el proceso de Pintura Aeronáutica.**

##### **a. Pistolas Aero gráficas**

Las pistolas en general son elementos que dan un acabado más elaborado a la pintura de recubrimiento además son muy útiles ya que cubren grandes áreas y superficies donde no cabe una brocha.

Al utilizar estos componentes es adecuado seguir las recomendaciones que indica el fabricante para lograr el tamaño correcto de la mezcla de tapa de aire, punta del fluido y la aguja de la pistola, generando así un acabado impecable en menor tiempo.

**Figura 4***Pistola de pintura*

*Nota.* La imagen ilustra una pistola de pintura para mejor acabado, tomado de (flight-mechanic, s.f.)

**b. Compresores**

El propósito principal de un compresor es suministrar aire a presión para la pulverización de la pintura. Esto se da conectando una pistola de pulverización con alimentación a un sifón convencional y un tanque de almacenamiento bastante grande para proporcionar aire sin el riesgo de que este suministro sea interrumpido.

El compresor contiene elementos como un regulador, trampa de agua y un filtro para el suministro de aire limpio y seco para no alterar la composición de la pintura.

**Figura 5***El compresor*

*Nota.* La imagen ilustra uno de los compresores estándares, tomado de (flight-mechanic, s.f.)

### **c. Cepillos de limpieza**

Los cepillos de alambre son un implemento abrasivo que puede usarse para una gran variedad de aplicaciones, incluyendo limpieza de soldadura, remoción de óxido, preparación de superficies, terminado, remoción de pintura y eliminación de la rebaba. También se usa para limpiar superficies y crear un mejor conductor para las conexiones eléctricas, por ejemplo, en las baterías de los coches y sus conectores. A diferencia de las ruedas abrasivas, los filamentos de alambre no remueven el material base ni cambian sus dimensiones, tampoco se atascan con partículas y escombros cuando se utilizan para quitar la pintura y los revestimientos. La combinación del acero con la velocidad aplicada le permite al cepillo separar los contaminantes superficiales del material base. (*ferreteria, 2018*)

### **Figura 6**

*Cepillos de acero*



*Nota.* En la imagen se ilustra los diferentes modelos de cepillos existentes, tomado de (dreamstime, 2014).

#### d. *Contenedores de revestimiento*

Cuando se trata de realizar trabajos de pintura en el ámbito aeronáutico, como es el caso de la pulverización de toda la aeronave se necesita una gran cantidad de mezcla de pintura y si se realiza en un tanque apropiado puede generar mayor ventaja. Por el tamaño de tanque la mezcla a presión va a cubrir la superficie sin interrupción y dejando un acabado impecable. Además, como el tanque se encuentra cerrado la pintura mantendrá su línea de humedad. El tanque tiene la ventaja de que la pistola pulverizadora pueda ubicarse en cualquier posición, sin que la gravedad actúe sobre esta y altere su flujo de salida. Estos tanques se encuentran en tamaños de 2 cuartos y con más de 60 galones.

#### **Figura 7**

*Contenedores para revestimiento*



*Nota.* La imagen ilustra los diferentes contenedores de pintura para el revestimiento de la superficie. Tomado de (T-texequipment, 2016)

### **e. Lana abrasiva metálica**

Los filamentos de acero tienen bordes afilados. A diferencia del papel de lija, que rebaja el material con puntos abrasivos, la lana de acero actúa como miles de pequeñas cuchillas que pulen el material obteniendo una superficie más lisa y uniforme. Es flexible: Es un material muy moldeable, lo que permite adaptar su forma a las necesidades específicas de cada aplicación. Tiene baja densidad: Su textura abierta y porosa le confiere las propiedades de un filtro y de un aislante. Tiene alto contenido en hierro: Fabricada en acero inoxidable además de no ser oxidable, no es inflamable, es más resistente a las altas temperaturas y a la abrasión. Debido a sus propiedades la lana de acero tiene aplicaciones en diversos sectores como el de la construcción, automoción, limpieza, medioambiental, etc. (De juper, 2018)

#### **Figura 8**

*Lana abrasiva metálica*



*Nota.* La imagen ilustra uno de los materiales que se utiliza para la limpieza de la corrosión antes de la pintura, tomada de (Demos.i303, 2012).

**f. Esteras Abrasivas**

Son elementos no metálicos que se emplean en la limpieza de la corrosión y remoción de la pintura en superficies más delicadas.

Estas esteras abrasivas varían en su clasificación por sus propiedades de construcción e impregnación que pueden ser: Esteras impregnadas con óxido de aluminio y esteras impregnadas con sílex.

**Figura 9**

*Esteras abrasivas*



*Nota.* La imagen muestra un ejemplo de las esteras abrasivas bastante usadas en un proceso de remoción de pintura, tomada de (Fishersci, 2013)

**g. Raspador no metálico**

Los raspadores no metálicos se usan en sitios inaccesibles donde otro tipo de materiales no pueden llegar como son las hendiduras y laterales de las superficies. Son muy durables y útiles para remover la corrosión y la capa de pintura.

**Figura 10**

*Raspador no metálico*



*Nota.* La imagen muestra uno de los muchos tipos de raspadores metálicos usados en el proceso de remoción, tomado de (Singlequiver, 2002)

**2.3.2 Manipulación y Almacenamiento de Productos Químicos.**

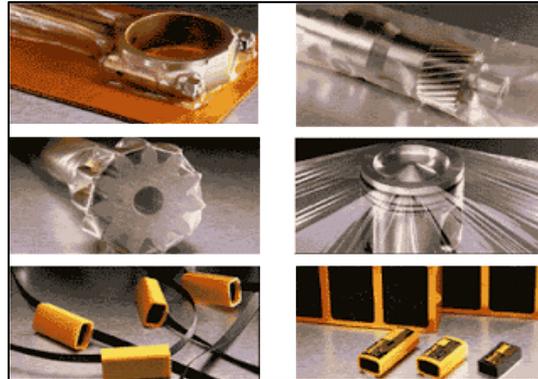
Por lo general el almacenamiento de estos productos químicos se hace en tanques recipientes herméticos seguros, también deberán poseer una etiqueta de identificación. A la hora de manipular sustancias químicas se requiere precaución y cuidado, en algunos casos no causan daños inmediatos si no a largo plazo.

**2.4. Materiales Aeronáuticos****2.4.1 Materiales ferrosos**

Estos elementos son materiales maleables con muy buena capacidad de durabilidad y alta conductividad de calor y electricidad. A pesar de que estos materiales poseen propiedades particulares que facilitan su uso en varias áreas de trabajo, estos metales tienen un gran problema, que tienden a oxidarse son facilidad al reaccionar de forma inmediata con el oxígeno y el agua que se encuentra en la atmosfera provocando daño severo o hasta roturas en el metal. Uno de los ejemplos más comunes es el hierro y sus aleaciones entre otros.

## Figura 11

*Los metales ferrosos*



*Nota.* Los metales ferrosos y sus aplicaciones en la industria, tomada de (Metal, 2013).

### 2.4.2 Tratamiento de metales ferrosos

#### **a. Tratamientos térmicos**

En este proceso se emplea en el metal con la intención de optimizar sus propiedades mecánicas, específicamente en la dureza y su elasticidad.

Estos tratamientos tratan de mejorar las propiedades de las aleaciones de los metales y existen varios tratamientos térmicos como:

#### **b. Recocido**

Se somete al material a una alta temperatura por un periodo de tiempo específico y se procede a enfriar lentamente. Con este procedimiento se obtiene mayor plasticidad en el metal. Entre mayor sea la plasticidad requerida se debe aumentar la temperatura del calentamiento del metal.

#### **c. Temple**

El material es calentado para seguidamente ser enfriado de manera brusca. Se logra tener un metal extremadamente duro y con mayor resistencia mecánica.

#### d. *Revenido*

Este proceso solo es aplicable en metales templados ya que va a reforzar el temple propio de cada metal, pero su porcentaje de dureza disminuirá levemente.

#### e. *Normalizado*

Este tratamiento térmico se realiza calentando el metal a una temperatura de 40° a 50° para que este pase al estado autentico y se deja enfriar al aire libre. Este proceso tiene como principio regresar al metal a su estado normal luego de haber pasado por tratamientos defectuosos.

### 2.4.3 Materiales no ferrosos

Los elementos no ferrosos son los metales y aleaciones que no poseen una composición química con Hierro. Estos tienen propiedades de baja resistencia mecánica y son blandos, entre ellos podemos encontrar al Zinc, Estaño, Aluminio, Manganeso entre otros.

#### Figura 12

*Los metales no ferrosos*



*Nota.* Esta imagen representa los metales no ferrosos, tomada de (Metal, 2013)

## 2.5. Corrosión en la aeronave

La corrosión en la aeronave se da por factores electroquímicos que afectan a la misma. Esta condición va a deteriorar y desgatar el metal o la aleación de los componentes haciendo que regresen a su estado de envejecimiento, en su mayoría afecta a los componentes que se encuentran más expuestos a condiciones ambientales o altos grados de calor.

### Figura 13

*La corrosión aeronáutica*



*Nota.* Esta imagen ilustra la corrosión causada por diversos factores en el sector aeronáutico, tomado de (Scholar, 2013)

### 2.5.1 Zonas más propensas en la aeronave

Los aviones en general son construidos mayormente de aleaciones de metales reactivos los cuales soportan pérdidas menores de resistencia. Por lo que es indispensable la inspección constante de los componentes, ya que estos se encuentran expuestos a factores que alteran su composición química y provocan un tipo de daño corrosivo, que si lo dejamos pasar con el tiempo puede generar grandes problemas a la aeronave. Existen zonas que son más frecuentes al ataque de este tipo de daño, entre las que veremos a continuación:

**a. Área del escape del motor**

Sin importar si se trata de un motor reciproco o turbo jet, el calor excesivo y los gases generados por la potencia que convierte la energía química de los hidrocarburos en energía calorífica forman un electrolito muy fuerte por lo que su excesiva temperatura genera la corrosión muy rápido.

Esta área debe ser inspeccionada profundamente y se debe eliminar los residuos del escape para que la corrosión no inicie, cave recalcar que la corrosión afectara primero a las áreas que tienen roturas y costuras ya que allí se acumula mayor parte de los residuos sin contar que se encuentra a disposición del aire.

**b. Compartimiento de baterías y orificios de ventilación**

Las baterías se encargan del almacenamiento de energía eléctrica que fue obtenida a partir de energía química por lo que se consideran como plantas químicas activas con un medio contaminante de gases de escape.

En el caso de tratar con baterías de plomo-acido estas tienen sus cajas resguardadas por un compartimento hecho de materiales resistentes a la corrosión al ácido sulfúrico. Y las baterías de níquel cadmio tienen en sus zonas de la batería resguardadas con una capa de alcalino, igual resistente a la corrosión.

A la hora de inspeccionar estas áreas hay que fijarse bien justo debajo de las baterías, en el caso en encontrar rastros de la corrosión, estos se deben eliminar inmediatamente.

**c. Áreas de baños y cocinas**

En estos sitios es donde mayormente se encuentra corrosión. Los elementos orgánicos como alimentos y desechos en superficies de aluminio generan excesiva corrosión, esta zona es inspeccionada constantemente. Estos desechos humanos son ácidos y promueven la corrosión por lo que no deben tener contacto con la piel de la aeronave y menos lograr llegar a roturas en la estructura.

**d. Pozos del tren de aterrizaje**

Ninguna zona en la aeronave se encuentra tan expuesta a condiciones que afecten a su composición química como es el caso de los pozos de tren de aterrizaje. El problema aumenta cuando se generan grandes cambios climáticos, donde se emplean químicas en las pistas. Los abrasivos donde se usan químicos en la superficie para controlar el hielo, los abrasivos pueden eliminar los lubricantes y protectores e incluso el agua y el lodo congelarse y generar hielo. La corrosión puede aparecer en componentes eléctricos como los sensores de anti hielo, interruptores de límite.

**e. Superficie del avión**

En estos lugares exteriores de la aeronave y a lo largo de las uniones siempre aparece primero la corrosión por celda de concentración y es aquí donde los cortes del borde exponen la aleación que no se encuentra protegida por el clad aluminio puro. Estas zonas pueden ser el inicio de un complejo daño de corrosión causado por los procedimientos de soldadura por los puntos en la estructura con grano agrandado del metal.

**f. Áreas de entrada del motor**

El motor es una de las partes más importantes de la aeronave por lo que en es el área de enfrente del motor donde ingresa el aire en aviones Jet el aire cae en el interior de los motores a una alta velocidad.

El daño por este alto impacto de velocidad del aire en conjunto a los contaminantes que se encuentran en el aire suele remover la capa protectora de la superficie en el componente. Los recubrimientos alrededor de los bordes de ataque en conductos de entrada ayudan a la protección de estas.

### **g. Tanques de combustible**

La complejidad para acceder a esta zona a la hora de una inspección es lo que dificulta la detención de corrosión ya que no se puede controlar de forma eficiente y al no tratar a tiempo este daño crecerá hasta perforar los tanques que a futuro puede generar grandes fugas del combustible o alteración de su composición.

Existen sellantes que se usan con el propósito de hacer que la estructura del ala se convierta en un depósito de combustible son impermeable pero solo a la composición del agua. Y en algunos casos el agua se puede filtrar a través del sellante y causa la corrosión de este.

### **2.5.2 Tipos de corrosión**

La corrosión que se produce generalmente en la aeronave se va a dividir en diferentes en tipos de corrosión como:

#### **a. Corrosión atmosférica**

Es uno de los tipos de corrosión que más afecta directamente a la estructura de la aeronave y los elementos a afectar van a ser el oxígeno, la lluvia, el dióxido de carbono y demás compuestos que se encuentran en la atmosfera.

### **Figura 14**

*Corrosión atmosférica*



*Nota.* Esta imagen ilustra la corrosión causada por los factores atmosféricos. Tomada de (F27-500, 2010)

### **b. Corrosión Galvánica**

Este tipo de condición se va a dar por la unión de dos metales con diferente composición, estos se van a unir eléctricamente con la presencia de un electrolito que va a transferir las partículas de un material al otro, dando como resultado una celda galvánica.

#### **Figura 15**

*Corrosión galvánica*



*Nota.* Esta imagen ilustra la corrosión galvánica que afecta a las arandelas y pernos. (F27-500, 2010).

### **c. Corrosión por Picadura**

Este tipo de corrosión aparece como reflejada como agujeros o pequeñas cavidades que se encuentran en la parte superficial del metal muy similar a un polvo blanco, este puede afectar de manera grave ya que aparece de forma inesperada y es muy complicado de contrarrestar además se genera debajo de la capa que protege la oxidación en el metal

por lo que es importante la inspección de estos objetos cada determinado periodo de tiempo.

### **Figura 16**

*Corrosión generada por picadura*



*Nota.* Esta imagen ilustra la corrosión causada por picadura en las cañerías, tomado de (Laminas y acero, 2015)

#### **d. Corrosión en hendidura**

Este tipo de corrosión se genera específicamente en lugares donde haya hendiduras en las superficies del componente. Las zonas más propensas al ataque de esta corrosión son en los rebordes de las tuberías y en la parte inferior de la cabeza de los pernos y sujetadores que están expuestos a líquidos. El electrolito que está dentro de la hendidura contiene, menos oxígeno y más iones de metal que el electrolito que se haya fuera de la fisura.

**Figura 17**

*La corrosión por hendidura*



*Nota.* Esta imagen ilustra la corrosión causada por hendidura en superficies, tomado de (Laminas y acero, 2015)

**e. Corrosión por exfoliación**

Está relacionada directamente con erosión, abrasión o desgaste que genera una puntual elevación de temperatura y por ende una velocidad de corrosión mayor. Los productos de corrosión se formarán en el área de mayor temperatura o ánodo. El deslizamiento relativo de las superficies hace que las asperezas formen una senda o huella limpia en la superficie opuesta, que en el caso de un metal se cubre inmediatamente con gas adsorbido, o se oxida superficialmente. (Duber, 2014)

**Figura 18**

*Corrosión por exfoliación*



*Nota.* En la imagen se ilustra cómo afecta la corrosión por exfoliación en una estructura.  
Tomado de (Duber, 2014)

#### f. **Corrosión bacteriana**

Esta corrosión bacteriana se atribuye a todos los causantes de la eliminación y destrucción en donde haya la presencia de microorganismos, estos púen actuar de forma indirecta y directamente generando especies dañinas como protones o iones, incluido catalizadores de las reacciones, ya que estos individuos generan buenas condiciones para acelerar el proceso aplicable. Los microbios aparecen cuando hay una temperatura excesiva, caso contrario los microbios están inactivos, a menudo que aumenta la temperatura estas crecerán exponencialmente.

Por lo general se detecta en el fondo de los tanques de almacenamiento de combustible un color café o negro, al hallarse en sitios como el tanque es muy complejo realizar la inspección, pero se la debe realizar obligatoriamente de lo contrario puede causar daños en el tanque y fugas del sistema.

#### **Figura 19**

*Corrosión microbial*



*Nota.* En la imagen se ilustra el resultado de la corrosión microbial en los tanques de combustible, tomado de (ARENAS, s.f.)

## 2.6. Tratamiento de la corrosión

Dentro de los tratamientos para la corrosión podemos encontrar procesos que controlaran y alargaran la vida del material, como pintura protectora y sustancias de recubrimiento anticorrosivo para la superficie del componente.

Los elementos que encuentran severamente corroídos deben tomar un tratamiento de remoción más profunda. Se examinan con un objeto de aumento de 5X A 10X para observar la existencia restos de corrosión, en el caso de haber restos se procede a retirar dos milésimas de la superficie del componente como constancia de haber finalizado con las roturas intergranulares.

### Figura 20

*Limpiador de corrosión*



*Nota.* La imagen ilustra la aplicación de una sustancia anticorrosiva en tren de aterrizaje.

Tomado de (Quimilock, 2015)

## 2.7. Decapado

Este es un proceso usado para eludir las manchas de termo coloración a causa de la soldadura en la superficie de los materiales inoxidables que se da por la disminución de cromo en el acero.

## 2.8. Soluciones contra la corrosión

Hay cinco soluciones posibles para proteger a los productos de acero contra los efectos de la corrosión:

- **Utilice acero inoxidable en lugar de acero normal.** Acero inoxidable es acero normal mezclado con otros metales como níquel y cromo. Sin embargo, el coste del acero inoxidable hace que éste no sea práctico para un uso diario, excepto para pequeños elementos de ajuste como pernos y tuercas.
- **Recubra el acero normal con zinc.** El recubrimiento de acero con zinc, que es otro metal, es un procedimiento que se conoce generalmente como galvanizado y es la forma más normal de proteger pequeños objetos fabricados como anillas de amarre, bolardos fabricados con tubos, pernos, mordazas, cadenas, grilletes, tuberías de agua, etc. Los materiales para recubrir se sumergen normalmente en un baño de zinc fundido en talleres especializados. Una vez un objeto se ha sumergido en zinc en caliente no se debe realizar ningún trabajo de soldado, corte o taladrado, ya que esto destruiría la integridad del recubrimiento de protección.
- **Recubra el acero normal con plásticos especiales.** El recubrimiento del acero con plásticos especiales resistentes al desgaste constituye otra forma de protección contra la corrosión; sin embargo, el alto coste que implica el proceso de recubrimiento (en talleres especializados) hace que este método no sea práctico para uso diario.

- ***Pinte el acero normal con pinturas especiales.*** El pintar el acero utilizando pinturas especiales es el método más común de proteger grandes estructuras de acero. Las superficies que se van a pintar se deberán limpiar cuidadosamente con un cepillo de acero (o preferiblemente mediante un chorro de arena). La capa inferior deberá consistir en un imprimador basado en zinc. La segunda y tercera capas deberán consistir en una pintura de epoxi sobre base de brea.
- ***Proteja el acero con ánodos de zinc (protección catódica).*** Los ánodos de zinc se utilizan para prolongar más aún la vida útil de estructuras de acero sumergidas en agua del mar como, por ejemplo, pilones de acero, pontones, flotadores metálicos, etc. Los elementos de aluminio, en contacto con acero húmedo, quedan expuestos también a la corrosión galvánica. (Fao, s.f.)

## 2.9. Remoción y tratamiento anticorrosivo

### Figura 21

*Proceso de remoción de un avión*



*Nota.* La imagen ilustra el procedimiento para remover las capas protectoras y pintura de la superficie del avión, tomado de (Demos.i303, 2012)

## 2.9.1 Tratamiento de aleaciones de aluminio

### a. Limpieza

Este es un paso que jamás se debe saltar ya que aquí es donde se va a eliminar la corrosión de toda la aeronave. Se utiliza una sustancia emulsionante con la especificación MIL-C-25769 con esta se removerá toda la suciedad y residuos ya sea del aceite seco, escape y reservorios de grasa.

Para llevar a cabo este proceso la aeronave debe encontrarse en un sitio de lavado, donde haya disposición de abundante agua con preferencia un lugar donde el sol no seque toda la superficie sin antes haber penetrado en la película. Existen zonas en el avión donde la suciedad no se elimina con facilidad como; las áreas de los pozos del tren de aterrizaje, las tovas de los motores etc. En esos casos se utiliza una emulsión limpiadora de relación de 1:2 de limpiador con kerozante. Luego de que esta sustancia haya sido aplicada sobre la superficie se utiliza un cepillo de cerdas y se lava con el “Alodine” esta sustancia contrarrestara el efecto de la corrosión sobre la superficie.

### Figura 22

*Limpieza de la corrosión*



*Nota.* La imagen ilustra cómo se lleva a cabo la limpieza de la corrosión en un componente, tomado de (S.A, 2014).

### **2.9.2. Remoción mecánica de corrosión**

Luego de que la pintura fue removida, todos los restantes de corrosión como es el polvo blanco deben ser limpiados, caso contrario estos restantes pueden provocar nuevamente un aumento notable de la corrosión. Esta actividad se puede realizar con alguna fibra abrasiva verificando que este no tenga ninguna sustancia extraña como ejemplo tenemos el Scotch-Brite.

Por lo general las aleaciones de aluminio gravemente afectadas con corrosión deben someterse a un procedimiento más fuerte para luego inspeccionar con un elemento para aumento de 5X a 10X comprobando que ya no existen rastros de corrosión y por último se retira dos milésimas de material para llegar al final de las roturas intergranulares.

### **2.9.3. Capa protectora**

El aluminio en su estado puro actúa de manera inmediata con el oxígeno que se encuentra en el ambiente y forma una película de óxido. Este resultado se halla en un estado altamente denso por lo que no deja que el aire ingrese al metal, por lo que debe alearse con otros metales que posean propiedades similares para ganar una resistencia a la corrosión. Pero esto no se resuelve del todo la corrosión, ya que al existe una alta probabilidad de que el material se corroa por disimilitud de metales.

Al poseer propiedades que contrarrestan y atraen la corrosión, se usa una capa de aluminio puro de una cantidad de 1.5% hasta un máximo del 5% del metal llamada capa clad, esta capa ingresa a la aleación para ser parte de la misma con el propósito de proteger la superficie. De esta forma la corrosión atacara primero al clad impidiendo que la superficie se corroa rápidamente.

#### **2.9.4. Tratamiento electrolítico**

Para este procedimiento se realiza una limpieza de la superficie con agua caliente y una sustancia jabonosa no-acústica, lo que se logra con esta limpieza es que el ácido crómico junto con el agua formen un electrolito. La ventaja de este procedimiento es que no altera la resistencia a la tensión, dimensión y peso.

Al formarse la primera película de hidróxido de aluminio, esta puede absorber el polvo y según vaya variando la película en óxido de aluminio adquiere mayor durabilidad y se vuelve menos absorbente, además esta formara un blindaje para la superficie haciéndola casi impermeable al agua y al aire con el propósito de retrasar la corrosión. Esta película anódica actúa como un aislante eléctrico en las aleaciones de aluminio.

#### **2.9.5 Tratamiento químico**

En el caso de que la película anódica que protege la superficie es removida o se ha dañado, se puede añadir una capa de película química protectora. Este procedimiento se basa en aplicar a la superficie químicos conocidos como Alodine 1200 o 1000 en el caso de desear una capa menos visible, este es aplicado con la ayuda de una brochita o dispensador.

La aplicación del Alodine en las superficies es muy sencilla, siempre y cuando la superficie se encuentre húmeda con el agua que se enjuaga es aplicable en lugares donde haya señales corrosivas ya removidas en procesos anteriores. Primero se aplica una abundante capa de Alodine en la superficie y se deja reposar por al menos 5 minutos para proceder a enjuagar y dejar que se seque. Este enjuague debe realizarse con abundante agua y con mucha precaución para no deteriorar la película protectora ya que al estar húmeda es muy suave y delicada.

## 2.9.6 Película de óxido superficial

Como vimos anteriormente aluminio posee altas propiedades para crear una película de óxido superficial que soporte la oxidación exterior, estas películas tienen un equivalente alto de durabilidad, impermeabilidad, decorativas y muy firmes en el aire. Para lo cual se debe generar un proceso electrolítico que es llamado anodizado.

## 2.10. Anodizado del aluminio

El acabado anodizado es el proceso electrolítico que permite crear capas de óxido de aluminio artificiales en la superficie de los perfiles.

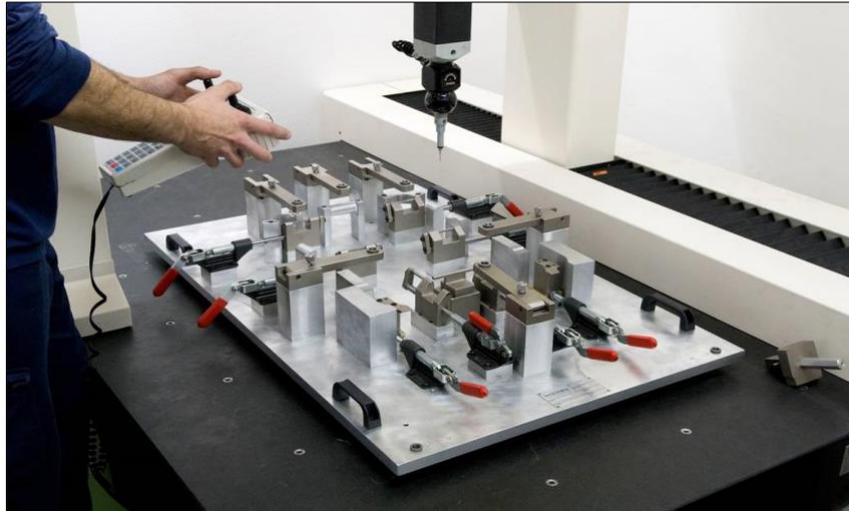
El óxido de aluminio o alúmina ( $Al_2O_3$ ) tiene una característica muy especial, y es que, al contrario de lo que ocurre por ejemplo con el hierro, su capa de óxido natural resulta ser uniforme (0,01 micras) y protectora. A raíz de esta propiedad, lo que se pretende con el anodizado es proteger al aluminio mediante una capa artificial de alúmina inherente al material, de mucho mayor espesor.

Al tratarse de una película de su propio óxido, su unión se debe a fuerzas de enlace químico. Este vínculo entre la capa protectora y el material hacen que mediante este acabado se consigan perfiles tremendamente resistentes a la corrosión, la abrasión y el desgaste. (Extrual, 2018)

### 2.10.1 Proceso del anodizado

#### Figura 23

*Creación de la película de óxido superficial*



*Nota.* En esta imagen se ilustra el proceso de anodizado para la creación de la película de óxido superficial en superficies metálicas. Tomado de (S.A, 2014)

**a. Baño desengrasante**

El baño se realiza para deshacerse de cualquier suciedad que pueda alterar el proceso, de esta forma obtenemos una superficie preparada químicamente.

**b. Decapado**

Con este proceso se logra eliminar el óxido propio del material dejando como resultado una superficie suave y satinado.

**c. Neutralizado**

Luego del proceso de decapado se procede a eliminar los restos de este, para prevenir contaminantes y obtener una superficie equilibrada.

**d. Oxidación anódica**

En es uno de los procesos más importantes aquí se define la efectividad del proceso de anodizado. Se realiza un baño electrolítico en el cual se forma la capa protectora. Este es

el resultado de provocar una corriente eléctrica entre en ánodo y el cátodo. El agua tiene la capacidad de oxidar el metal, provocando la tan llamada corrosión.

**e. *Baño de color***

Este es un paso optativo, se realiza en caso de que se quiera obtener un color diferente al color natural que produce la oxidación anódica, para esto se llena los poros de la película con sales metálicas que producen el color ansiado.

**f. *Lavado en agua des ionizante***

Se debe lavar la superficie para eliminar residuos de ácidos y que quede bastante limpia.

**g. *Sellado de los poros***

Se puede realizar de dos formas, pero es un paso que se debe tener en cuenta para terminar.

**h. *Hidratación***

Se introduce la superficie en agua desmineralizada para que se hidrate e incremente su volumen cerrando así totalmente los poros.

**i. *Impregnación***

Con este proceso se logra cerrar los poros de forma estancada y se utiliza agua que contenga sales metálicas.

## **2.11. Recubrimientos orgánicos**

Ahora bien, la aplicación de recubrimientos orgánicos a metales es una efectiva técnica desde el punto de vista económico para la protección de metales, ellos son una barrera física entre la superficie del metal y el ambiente corrosivo. Además, son susceptibles de ser estudiados por medio de la impedancia electroquímica. En general un recubrimiento

orgánico se compone de cuatro elementos básicos: resina o vehículo, pigmentos, aditivos y solventes. La resina o vehículo, constituye la matriz del recubrimiento, la fase continua a la cual se incorporarán otros componentes. Los pigmentos, se añaden a las pinturas según su función y pueden ser: colorantes, reforzantes e inhibidores. Los aditivos, se adicionan a las pinturas en cantidades pequeñas para brindar propiedades muy específicas, por tanto, sus funciones son diversas. Ejemplos de aditivos son los espesantes, antihongos, agentes dispersantes, antiespumantes, anticoagulantes, estabilizadores UV, agentes retardantes de ignición, plastificantes, etc. Y los solventes que disuelven la resina y reducen la viscosidad de la mezcla de resina y sus demás componentes. No se puede olvidar que los polímeros (resina o vehículo) que constituyen estos recubrimientos son permeables frente a potenciales especies corrosivas como oxígeno, agua y iones. La vida útil de un recubrimiento orgánico depende generalmente de la habilidad que este tenga para reducir el transporte de las potenciales especies corrosivas mencionadas anteriormente. La velocidad de corrosión depende del transporte de estas especies por la película del recubrimiento: difusión de agua, su acumulación en la interface, difusión de iones y finalmente el tipo de corrosión que se esté dando. Moléculas de agua en la interface sustrato/recubrimiento pueden ayudar a decrecer la adherencia y acelerar la corrosión. (Rosas, 2011)

### **Figura 24**

*Recubrimiento de la capa orgánica*



*Nota.* La imagen ilustra cómo se realiza el recubrimiento de la capa orgánica, tomada de (G., 2019).

### **2.12. Película orgánica**

La pintura al ser una capa protectora contra la corrosión no debe dejar que la película de rompa. En algunas superficies metálicas es algo complejo que la pintura se pegue por lo que las superficies de aluminio tienen un tratamiento en el que la pintura obtiene un acabado rugoso para adherirse y generar una base estable a la capa de primer en la que se añade a la pintura.

Si se utiliza algún elemento abrasivo en la superficie, este debe tener que quedar completamente limpia, esta se limpia usando un trapo mojado con tiñero o un aspirador antes de poner la capa de primer.

### **2.13. Primer en Zinc Orgánico.**

Es un recubrimiento rico en zinc de altos sólidos, resistente a la abrasión y bajo VOC (Volatile Organic Compounds). En ambientes químicos altamente corrosivos se debe recubrir con un acabado de alta resistencia química. Se puede recomendar como primer de pre-construcción y como primer de protección temporal. Es un recubrimiento que presenta las siguientes propiedades:

- Muy buena protección anticorrosiva.
- Rápido secado.
- Dos teorías que explican cómo es la acción de protección de los ricos en zinc: Protección catódica: donde el zinc actúa de manera similar a un ánodo de sacrificio. Iones de zinc pasan a solución en aquellos puntos de la película donde se pueda dar contacto entre agua, zinc y hierro vivo. Aquí el hierro no puede oxidarse, pero el zinc es relativamente reactivo (sacrificado). Efecto barrera: las partículas de zinc constituyen una película y no permiten la entrada al sustrato de ningún material corrosivo. Los poros y áreas dañadas en el

recubrimiento son rellenadas por los productos del zinc con oxígeno y agua ( $Zn(OH)_2$ ,  $ZnO$ ).

## 2.14. Tratamiento de la superficie.

### 2.14.1 Métodos de tratamiento de la superficie

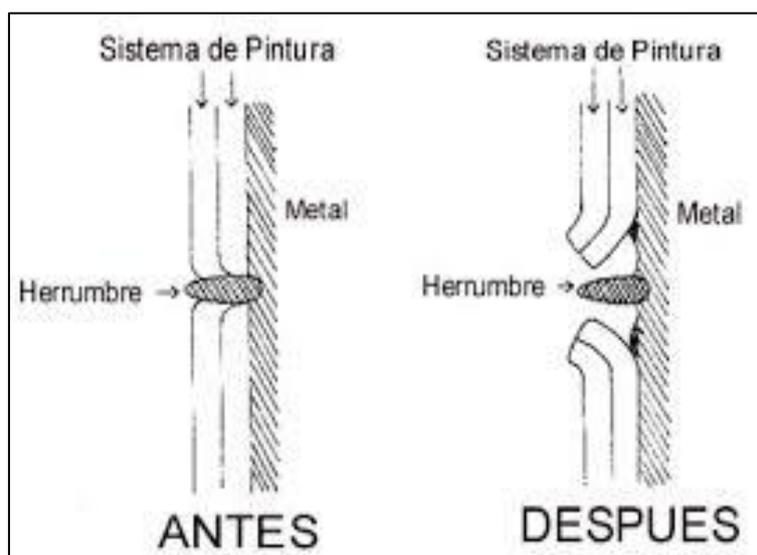
Antes de pintar se deberá eliminar la grasa, el aceite, el polvo y cualquier otro contaminante depositado sobre la superficie a tratar después de preparada.

En el caso de que aparezcan zonas oxidadas después de haber preparado la superficie, éstas deberán ser nuevamente limpiadas.

Las superficies de acero, previo a su pintado, deberán prepararse de acuerdo con las especificaciones que se detallan en las normas SIS 05.59.00 y SSPC-SP.

### Figura 25

*Sistema de tratamiento para pintura*



*Nota.* La imagen ilustra como es el sistema de pintura, antes y después de preparar la superficie para el proceso, tomado de (Nervion, 2015).

**a. Chorreado abrasivo a metal blanco SIS Sa3 (SSPC-SP5)**

Con la aplicación de este chorreado se deberá conseguir eliminar completamente la cascarilla de laminación, la herrumbre y las materias extrañas. A continuación de la aplicación del chorreado, la superficie deberá limpiarse con una aspiradora, con aire comprimido limpio y seco o con un cepillo limpio.

En estas condiciones, la superficie finalmente deberá presentar un color blanco metálico uniforme.

**b. Chorreado abrasivo a metal casi blanco SIS Sa2 1/2 (SSPC-SP10)**

Con este chorreado, la cascarilla de laminación, la herrumbre y las materias extrañas deberán eliminarse de forma que sólo queden algunas trazas en forma de manchas o franjas. La superficie deberá limpiarse a continuación con una aspiradora, con aire comprimido limpio y seco o con un cepillo limpio.

**c. Chorreado comercial SIS Sa2 (SSPC-SP6):**

Con este chorreado deberán eliminarse casi toda la cascarilla de laminación, la herrumbre y las materias extrañas. La superficie deberá limpiarse a continuación con una aspiradora, con aire comprimido limpio y seco o con un cepillo limpio.

En estas condiciones la superficie del metal deberá presentar un color grisáceo.

**d. Chorreado ligero SIS Sa1 (SSPC-SP7)**

Con este chorreado se quitarán la cascarilla de laminación suelta, la herrumbre y las materias extrañas, pero no así los residuos firmemente adheridos de cascarilla, herrumbre y recubrimiento existentes.

**e. Limpieza con cepillo de disco SIS St3/St2 (SSPC-SP3)**

Raspado y Cepillado Completos SIS St2. Este tratamiento deberá eliminar la cascarilla de laminación suelta, la herrumbre y las materias extrañas. La superficie deberá

limpiarse a continuación con una aspiradora, con aire comprimido limpio y seco o con un cepillo limpio.

En estas condiciones la superficie deberá presentar un tenue brillo metálico.

Raspado y Cepillado a Fondo SIS St3. La preparación de la superficie se realiza igual que para St2, solo que más minuciosa, debiendo presentar un pronunciado brillo metálico. (ingemecanica, 2020)

### **2.14.2 Tratamiento de aleaciones de magnesio**

Uno de los elementos más comunes utilizados en la aeronáutica es el magnesio, aunque este es un elemento altamente corrosivo, posee buena relación de peso a resistencia, además el magnesio no forma su propia capa protectora por lo que se debe tener cuidado de no dañar la película química o electrolítica depositada.

Cuando existen señales de corrosión el magnesio se debe remover cualquier residuo de esta, ya que puede producir un mayor daño, esta remoción no se debe realizar con herramientas metálicas porque causaran más corrosión en ese caso se puede usar cepillos no metálicos rígidos.

Para la limpieza de los residuos si se usa el bombardero abrasivo, utilizar perlas que no hayan sido usadas en otra superficie por que las limallas de otros metales pueden incrustarse en el magnesio y causar mayor daño.

### **2.14.3 Galvanización**

El galvanizado consiste en la inmersión de piezas de acero en zinc fundido para protegerlas de la corrosión y potenciar su fortaleza mecánica a los golpes y a la abrasión. Muchos confunden el galvanizado con el zincado, y de hecho muchas fuentes hablan de ellos como sinónimos, pero se trata de técnicas distintas, determinadas por el uso que se le dará al material, y por eso se rigen por normas UNE diferentes. (De ferros planes, 2018)

Existen ciertas partes en la aeronave como tapa fuegos donde se aplica una capa de zinc, esta capa de zinc protege al acero, al ser rayado se corroe el zinc y crea una película de óxido hermético que brinda mayor durabilidad al componente.

#### **2.14.4 Rocío metálico**

La mejor forma de proteger de la corrosión al motor es rociando aluminio fundido en su superficie. Luego esta superficie tiene que someterse a un bombeo abrasivo para que quede completamente limpia y seca. El alambre de aluminio absorbe en una flama de acetileno, el aire de alta presión para rociar el aluminio fundido en la superficie, este proceso ayuda a contrarrestar la corrosión sacrificial.

#### **2.14.5 Evaluación de daño por corrosión**

Para la evaluación por daños por corrosión se debe someter a las partes a una rigurosa inspección para observar si las reparaciones dejan material para la resistencia que requieran, todos lugares donde hubo rastros de corrosión tienen sus extremos disminuidos más o menos 20 veces la profundidad del daño.

Para culminar con el final del lijado se tiene que utilizar un material abrasivo de fibra muy fino y se aplica una delicada presión sobre esta para evitar los rayones en la superficie ya que puede causar una concentración de esfuerzos y dañarse.

#### **Figura 26**

*Inspección final de la corrosión*

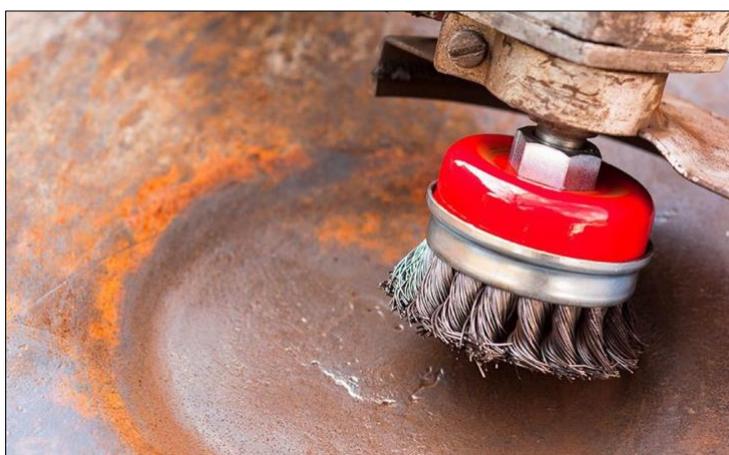


*Nota.* En la imagen ilustra cómo se realiza la inspección por corrosión en los componentes, tomada de (Vargas, 2015)

## 2.15. Preparación para la remoción

### Figura 27

*Preparación de la superficie*



*Nota.* En esta imagen se ilustra el ante proceso para realizar la remoción de la pintura.

Tomada de (Grupo tior, 2018)

### 2.15.1 Remoción de la capa protectora

La remoción de esta capa es necesaria ya que al momento de realizar una inspección no se puede visualizar de forma adecuada el estado de la superficie del

componente. Para la eliminación de esta capa se puede usar dos tipos de remoción; la forma química y mecánica.

En la forma química se aplican disolventes que suavicen la capa protectora eliminando fácilmente los residuos de la capa protectora con una franela y el procedimiento mecánico se utiliza la ayuda de elementos como lijas y espátulas de plástico.

## **2.16. Remoción de la pintura.**

Luego de una profunda limpieza en la estructura de la aeronave si no existen rastros de daños por la corrosión procedemos a evaluar el daño para poder llegar a tomar una acción correctiva. Es importante remover la pintura ya que dificulta la inspección de la superficie, para esto se debe aplicar un removedor de pintura que previamente se debe probar en una superficie similar para verificar que no dañara la composición del componente. Esta sustancia es aplicada con ayuda de un cepillo, se cubre con una capa gruesa de removedor, dejamos reposar hasta que la pintura tenga una apariencia de arrugas e hinchazón esto sucede porque se rompe la adherencia entre la superficie y la pintura.

En las áreas que no se remueve la pintura se deben cubrir y sellar para que los líquidos anticorrosivos y la pintura no dañen el acabado de esa parte, a demás todas las zonas a las que se aplique el removedor tienen que ser enjuagadas con abundante agua.

### **2.16.1 Remoción mecánica de la pintura**

Para este tipo de remoción se necesita el uso obligatorio de elementos que remuevan la pintura como los cepillos de alambre, papel para limpiar, telas abrasivas engomadas etc. Este procedimiento se recomienda en el caso de que los removedores químicos afecten a la estructura o dificulte su enjuague.

Cuando se realice este procedimiento hay que tener cuidado de no dañar la estructura de la aeronave provocando daños severos en la superficie y su uso debe ser indicado y aprobado por el manual.

### **2.16.2 Remoción de la pintura de aluminio y magnesio**

En este procedimiento se remueve la capa protectora de forma mecánica con la ayuda de un disco de grado medio de óxido, una malla scotch- Brite o cualquier elemento abrasivo, este va a proveer una remoción rápida y sin dañar la superficie en la que se va a trabajar.

Se debe aplicar poca presión para remover la capa principal evitando arrastrar el elemento abrasivo contra la superficie. Después del aplique del magnesio se aspira los residuos y se lava con agua o se puede eliminar los residuos con aire comprimido.

### **2.16.3 Remoción de la pintura de las aleaciones de hierro y acero**

En este caso vamos a utilizar el mismo abrasivo que se utiliza en la remoción de la pintura de aluminio y magnesio con la única diferencia de que se puede usar cepillos de alambre con bajo contenido de carbono y su accionamiento será con la ayuda de un motor. Luego de que el acabado haya sido removido se limpia con aire a presión o lava con abundante agua para eliminar los residuos de la superficie.

En el caso de tener un acero inoxidable pintado, este se puede limpiar de la misma forma utilizando abrasivos, pero con lana de acero inoxidable.

## **2.17. Sellantes**

El proceso de sellado tiene como finalidad, sellar las uniones de piel. De esta manera se evita la filtración de humedad que puede ocasionar corrosión, así como prevenir cualquier mínima de fuga de aire en las zonas presurizadas de la aeronave. (Flores, 2013)

El sellado para la prevención de la corrosión tiene un proceso complejo y se debe realizar al pie de la letra, caso contrario surgirán problemas a largo plazo de mantenimiento. Esto puede generar un pésimo proceso de aplicación o selección del sellante. El material que usamos para estas aberturas se aplica como una masa fluida húmeda. Después de un tiempo específico, el sellante se seca para formar un sólido gomoso que se adhiere firmemente a la superficie en contacto.

### **Figura 28**

#### *Implementación de sellos*



*Nota.* La imagen ilustra el proceso de implementación de sellos en la estructura de la aeronave, tomado de (M&D Aeroespacial s.l, s.f.)

#### **2.17.1 Tipos y propiedades físicas de los sellantes**

La estructura de una aeronave tiene áreas que requieren de un sellado hermético y esto solo se logra con la ayuda de los sellantes ya que no se puede realizar con simples remaches por las separaciones que existen entre ellos. La ventaja de estos elementos es que no alteran las características de la superficie aerodinámica, existen tres tipos:

**a. Sellos de caucho**

Estos sellos se instalan en lugares donde haya con frecuencia el rompimiento de estos sellos, a excepción de las salidas de emergencia y puertas de entrada.

**b. Compuestos de sellos**

Se usan generalmente en sitios donde el sello no se rompe con facilidad, solo en caso de requerir un mantenimiento estructural o remplazo de ciertos componentes

**c. Sellantes especiales**

Son esenciales en sitios donde existe el paso de cables, tubos, uniones mecánicas o alambres que se encuentren fuera de las zonas presurizadas.

### 2.17.2 Aplicaciones de los sellantes

Las siguientes son áreas específicas para la aplicación y uso de los diferentes tipos de sellantes, entre otras ya definidas en los Manuales de Mantenimiento de cada aeronave, estas requieren de un cierto nivel de sellamiento y de la selección del tipo de sellante.

#### Figura 29

*Aplicaciones de los sellantes*



*Nota.* La imagen ilustra las aplicaciones más comunes en las que se utilizan los sellos, tomada por (Slideplayer, 2014)

**a. Áreas de combustible**

En los tanques de combustible integrales, el sellante debe contener el combustible para la vida del avión en diversas condiciones de temperatura, presión y carga estructural, por lo que el nivel de sellado será absoluto y el tipo de sellante deberá tener alta adherencia y resistencia al fluido.

**b. Áreas presurizadas**

El sellante debe ser capaz de mantener la presión a un nivel mínimo predeterminado en todas las condiciones de vuelo. Se incluye la obturación de ventanas. Las presiones diferenciales pueden variar desde los pequeños valores negativos a valores positivos de aproximadamente 11 lb/pulg<sup>2</sup>. Las cargas estructurales durante el vuelo y las operaciones de tierra originan desviaciones, el cual el sellante debe ser capaz de resistir a todas las temperaturas y presiones de operación.

**c. Áreas Aerodinámicas**

La aplicación del sellante en las superficies exteriores evita que el agua y otros líquidos entren y también funciona como suavizador aerodinámico.

**d. Áreas de corrosión**

El sellante protege la estructura mediante la prevención de la entrada de fluidos corrosivos.

**e. Áreas eléctricas**

Las juntas eléctricas deben proporcionar protección a componentes eléctricos/ electrónicos, sirven de aisladores de humedad para conductividad eléctrica

#### **f. Áreas de Alta temperatura y cortafuegos**

El sellante debe resistir altas temperaturas, además de que puede prevenir la propagación de las llamas y el calor, más allá de los mamparos de fuego “firewall” hasta que el fuego pueda ser extinguido. (ARENAS, s.f.)

#### **2.17.3 Criterios de aplicación**

Los criterios por tomar para realizar un proceso de sellado son:

- Se debe tomar a consideración los factores ambientales como la temperatura a la que se va a aplicar el producto, humedad como la humedad relativa y temperatura ambiente en el momento de la aplicación como el tiempo de curado.
- Conocer las dimensiones de la aérea a la que se le va a aplicar el producto.
- El producto debe mantenerse almacenado en un lugar y a una temperatura adecuada para no alterar su composición, se verifica que todo lo anterior se haya cumplido.
- Se establece las propiedades que posee la superficie para adherirse y nivel de sellado.
- Las propiedades para resistir a los líquidos como combustible agua y otros fluidos de los sistemas.

#### **2.18. Secuencia de pintura**

Las actividades generales del proceso de pintura y su secuencia se encuentran bajo las especificaciones generales de la pintura

##### **2.18.1 Preparación y manejo de pintura.**

Para los materiales de un solo componente se debe trasladar primero a la temperatura del taller, estas deber ser agitadas fuertemente, por medios mecánicos y si es caso de requerir también de disuelven hasta lograr obtener la viscosidad adecuada. Luego de haber sido mezclados en sus porciones adecuadas comenzó con la reacción polimerizaste, durante este proceso se mantiene agitando la mezcla.

El tiempo que requiere para la reacción dependerá de cada producto y se encuentra figurado en el ITP.

En el caso de los materiales de más componentes se deber preparar por separado antes de realizar la mezcla. La mezcla debe tener la relación adecuada caso contrario altera el resultado por lo que requiere de exactitud en su medida de productos.

### **Figura 30**

*Preparación y mezcla de pintura*



*Nota.* En esta imagen se ilustra el procedimiento que se lleva a cabo para la mezcla y preparación de la pintura, tomado de Productos químicos y Medio Ambiente, tomada de (Denios, 2020)

#### **2.18.2 Medida de la viscosidad.**

Las pinturas requieren de ciertas viscosidades las cuales se miden en las copas, después de haber hecho el procedimiento anterior y los valores de viscosidad serán indicados según su IPT. Para obtener la viscosidad adecuada se añade a la mezcla el diluyente indicado por el fabricante. Se utiliza un viscosímetro para asegurar que la mezcla se encuentre adecuada para el proceso.

Algunas pistolas o máquinas de pintura vienen con un medidor de viscosidad en forma de taza: esta pequeña herramienta se llama viscosímetro. La viscosidad de una

pintura se mide con un viscosímetro que tiene en cuenta esta fricción. Básicamente, cuanto mayor sea la viscosidad del material, mayor será la capacidad del fluido para fluir fácilmente.

El principio consiste en medir el tiempo de flujo de la pintura lista para usar. Simplemente llene la taza con pintura o empápela en el bote de pintura y mida el tiempo de flujo para hacer el ajuste. Llene la taza hasta el borde y cuente el número de segundos hasta que se vacíe completamente. Consulte el manual de instrucciones de su pistola después de la prueba para averiguar si su máquina puede manejar el nivel de viscosidad de la pintura que está a punto de usar. (Enrique, 2019)

### Figura 31

*Medidor de viscosidad*



*Nota.* En la imagen se ilustra un instrumento utilizado para medir la viscosidad de la pintura, tomado de (Pce-instruments., s.f.)

#### 2.18.3 Tiempo de vida de la mezcla.

La mezcla de los materiales posee un tiempo de vida limitado que se relaciona con la temperatura del ambiente, esta hará que el producto se deshidrate o humedezca, dañando así su composición. Podemos encontrar el tiempo de vida útil en las ITPs.

## 2.19. Peso de la pintura

La estructura de un avión es sometida a esfuerzos de tensión extrema por, exposición a los rayos UV, diferenciales de temperatura, varios procesos de limpieza. Por lo que la principal propiedad de las pinturas son la durabilidad y resistencia a la corrosión.

Los fabricantes buscan la manera de solucionar el peso de las aeronaves ya que para una aeronave comercial sin muchos colores se requiere de al menos 400 litros de pintura junto con los disolventes, los cuales solo 100 kilos se adhieren a la aeronave y esto requiere de mayor combustible y aumento de emisiones de CO.

Para pintar una aeronave de tamaño regular se necesita alrededor de 10 personas y el tiempo del proceso siempre varía aproximadamente de ocho a once días dependiendo del tamaño de la aeronave.

### Figura 32

*Pintura de una aeronave*



*Nota.* La imagen ilustra el proceso de pintura de una aeronave, tomado de (A21 mx, 2020)

Los fabricantes añaden que, con el fin de ahorrar en cada vuelo, hay algunas aerolíneas que optan por dejar sus “naves sin pintar” (con el fuselaje metálico a la vista) y solo los decoran con los colores corporativos en algunos puntos. Pero, aunque esta decisión

parezca más económica, deja al avión expuesto y desprotegido, sufre más desgaste y hay que pulirlo con mayor frecuencia.

También hay compañías que pintan su flota en colores muy vivos para distinguirla de las demás, aunque es mucho más caro. Boeing explica que “los pigmentos de la pintura de color tienden a desvanecerse y oxidarse con más facilidad que la blanca”, después de la exposición solar a largo plazo y otros factores ambientales. El tono original pierde viveza y se tiene que repintar con más asiduidad. (la vanguardia, 2018)

## **2.20. Métodos de aplicación de acabado**

El proceso de acabado de la pintura es fundamental, ya que este va a ser la capa más expuesta a las condiciones que provocan la corrosión, además existen zonas que deben señalarse ya que no deben ser pisadas cuando se realizan tareas de mantenimiento. Para la culminación del proceso de acabado, este se puede realizar de distintas formas, tomando en cuenta las especificaciones indicadas por el manual.

### **Figura 33**

*Acabados de la pintura del avión*



*Notas.* La imagen ilustra el resultado de un buen acabado en la estructura, tomado de (Gato volante, s.f.)

### **2.20.1 Inmersión**

Este tipo de acabado se aplica por inmersión es limitado a fabricación o en grandes talleres de reparación. Su proceso se basa en introducir la pieza al finalizar en un tanque lleno de un material de acabado. Estas capas de imprimación tienen una aplicación muy frecuente.

### **2.20.2 Cepillado**

El cepillado es uno de los métodos más frecuentes que se utiliza para un buen acabado en todas las superficies. Este en general se unas en trabajos de pequeñas reparaciones y en sitios donde se es imposible rociar la pintura. Para esto el material que se aplicara se diluye hasta obtener una consistencia bastante adecuada para el cepillado. En el caso de que estos materiales sean muy aguzados probablemente se correrá y no se pegara a la superficie.

### **2.20.3 Pulverización**

Es un método bastante utilizado para obtener un gran acabado. Esta se utiliza cuando se requiere cubrir grandes capas de superficie con una capa uniforme del componente. Para realizar este procedimiento tiene que existe un generador de aire comprimido, además un reservorio para almacenar la cantidad de material para el proceso y un mecanismo de control adecuado de aire y del material a usar que será expulsado a través de un rociador en una nube vaporizada.

## **2.21. Operaciones de Riesgo.**

Las técnicas de pintura estándar pueden necesitar de hasta seis capas de pintado por avión y por lo general pueden llevar hasta 12 horas de secado entre capa y capa. La técnica es similar a las utilizadas en la industria del automóvil, requiere de tan sólo dos capas de pintura con un volumen de tinte drásticamente reducido y tiempos de secado por

debajo de las 2 horas. Sobre la imprimación libre de cromato, se aplica la capa de pintado personalizado y, posteriormente, se finaliza con una capa transparente de barniz. La técnica aporta beneficios en la exposición de los trabajadores y trabajadoras y beneficios ambientales, ya que la pintura utiliza menos disolvente sobre la base, con menos capas. La pintura, al utilizar un mayor contenido en pigmentos, permite el uso de una única capa, lo que a su vez significa que la cantidad de pintura necesaria se reduzca en un 20 por ciento, con una disminución asociada del 10 al 15 por ciento en la utilización de disolventes.

Las condiciones de trabajo durante el desarrollo de los trabajos de pintado vienen definidas por los medios de trabajo empleados: o Sistemas de aplicación, normalmente pistola para pulverización. o Andamios y otras plataformas de trabajo. o Plataformas elevadoras. o Características de las pinturas y revestimientos a aplicar. Los riesgos asociados a estas tareas son los mismos a los que están expuestos los trabajadores y trabajadoras que realizan trabajos de pintura en otros sectores. La exposición a caídas a distinto nivel estará condicionada por el estado de los medios auxiliares que se empleen. La exposición de ojos y piel a pinturas, disolventes, secantes, etc., deberá estar cubierta mediante la utilización de equipos de protección individual como ropa de trabajo, gafas, guantes, gorros, etc. (De. Moreno. J.J, 2014)

### **2.21.1 Tomas a tierra**

Esta es una actividad que se debe realizar antes de todas las tareas de mantenimiento por lo que todos los aviones sean grandes o ligero deberán ser conectados a tomas de tierra esto hace que el avión libere sus cargas estáticas.

### **3. Desarrollo del Tema**

#### **3.1. Preliminares**

En este capítulo detallaremos cada uno de los procedimientos realizados para el recubrimiento orgánico del avión escuela Fairchild FH-227, este proyecto de titulación tiene como finalidad preservar la estructura metálica de la aeronave contra los efectos de la corrosión. El pintado de la aeronave es considerado como un mantenimiento preventivo, este tipo de mantenimiento se lo realiza cada cierto número de horas o cuando lo amerite.

En esta monografía abarca toda la información técnica, los procedimientos que se debe realizar para el decapado y pintado del avión Fairchild FH-227 pertenecientes a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE de acuerdo con los manuales de mantenimiento tomando en cuenta cada uno de los procedimientos prescritos en dicho manual y normas de seguridad.

La Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE cuenta con una ergonomía adecuada para realizar un mantenimiento de la estructura metálica, también posee un área de trabajo, equipos y herramientas necesarias. Con la ayuda de los equipos y herramientas podemos obtener una aeronave en óptimas condiciones que servirá como material de estudio para los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica.

#### **3.2. Consideraciones generales**

Para el desarrollo de la monografía se realizó un análisis exhaustivo de las medidas de seguridad que se debe tomar en cuenta antes de realizar el mantenimiento para de esta manera evitar que exista cualquier tipo de incidente ya sea al operador o a la aeronave.

Antes de realizar la tarea de mantenimiento se revisó los manuales técnicos de la aeronave Fairchild FH-227, en el cual se pudo verificar cada uno de los procedimientos de decapado y pintado. El uso del de los manuales de mantenimiento es de gran ayuda en el campo

aeronáutico por que facilitan al mecánico realizar una tarea de mantenimiento, estos documentos deben estar aprobados por la autoridad reguladora de aviación.

Para de realizar el decapado de la aeronave se debe utilizar los equipos de protección personal porque se expone a diferentes tipos disolventes químicos, herramientas por esta razón es importante que los técnicos de mantenimiento tomen las medidas necesarias para preservar su salud.

### Figura 34

*Equipos de protección personal*



Nota: En esta figura se puede observar lo equipos de protección personal que hay que utilizar antes de realizar una tarea de mantenimiento.

### 3.3. Capacitación de medidas de seguridad operacional y bioseguridad

Se recibió una capacitación por el personal técnico de seguridad ocupacional y riesgos laborales.

Las precauciones que debe tener el personal de mantenimiento son:

1. Manejar de forma cuidadosa los removedores ya que son materiales altamente tóxicos.
2. Evitar la inhalación prolongada de los productos a utilizar.
3. Usar guantes de hule para utilizar el removedor, evite el contacto con la piel. Si el removedor entra en contacto con la piel enjuague con abundante agua.
4. Tomar todas las precauciones necesarias al momento de manipular la grúa.
5. Utilizar mosquetones para realizar trabajos en alturas para evitar cualquier incidente.

### **Figura 35**

#### *Capacitación de las medidas de seguridad*



*Nota:* Se puede observar en esta figura la capacitación de medidas de seguridad operacional y bioseguridad transmitida por parte del personal especializado.

### **3.4. Preparación de la aeronave**

Para realizar el procedimiento de decapado se debe ubicar a la aeronave en una superficie plana con una iluminación adecuada y ventilación los procedimientos que hay que realizar son los siguientes:

1. Realizar una limpieza general de la parte externa del fuselaje, empenaje, alas y las capotas del motor.

2. Se procede a enmascarar las partes que no deben ser contacto con ningún químico.
3. Una vez preparada la aeronave procedemos a remover la pintura, básicamente existe dos métodos para remover la pintura que son:
  - El mecánico
  - El químico

**Tabla 1***Material equipos y herramientas*

<b>Equipos de seguridad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arnés</li> <li>• Casco</li> <li>• Guantes</li> <li>• Protección visual</li> <li>• Mascarilla</li> <li>• Overol</li> </ul>
<b>Herramientas para utilizar</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lijas orbitales</li> <li>• Lijas en lamina</li> <li>• Pulidora</li> <li>• Taladro</li> </ul>
<b>Material</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcohol isopropílico</li> <li>• Mek</li> <li>• Primer</li> <li>• Pintura blanca y azul</li> </ul>

**Figura 36***Equipos y materiales para utilizar*



*Nota:* En esta figura podemos visualizar los materiales y equipos de protección que se debe utilizar.

### **3.5. Remoción de pintura**

#### **3.5.1 Limpieza del fuselaje**

Para ejecutar la tarea de mantenimiento primero se realizó una inspección visual minuciosa verificando si existe algún tipo de corrosión, fisura u otro daño que se encuentre en el fuselaje. Se utilizó una solución de agua y detergente para la remoción de grasa, polvo, suciedad que se encontraba en la aeronave el cual estas sustancias no permitirán que se realice un buen acabado.

Una vez concluido con la limpieza del fuselaje se debe dejar que la aeronave este completamente seca para la remoción de pintura. **VER ANEXO A**

**Figura 37**

*Limpieza del fuselaje*



Nota: Se realiza una limpieza y preparación de la aeronave

### **3.5.2 Enmascarado de la Aeronave**

Antes de realizar la remoción de pintura es necesario proteger todas las secciones de la aeronave para evitar el contacto con la sustancia química del removedor que puede afectar a los materiales sensibles produciendo cambios físicos o debilitando el material como son las ventanas, ventanillas, radome, botas y parabrisas.

Utilizar cinta de 1 o media pulgada que pegue para que se encuentre bien adherido el plástico con la cinta al fuselaje evitando que el removedor ingrese a la parte interna. Por tal motivo es necesario enmascarar aquellas secciones que no van a ser despintadas como es también el motor para evitar que ingrese partículas extrañas o residuos producidos por la remoción y así evitar que cause daños a los componentes internos de motor.

Una vez concluido con el enmascarado el inspector o técnico debe realizar una inspección para aplicar el removedor. **VER ANEXO B**

**Figura 38***Enmascarado de la aeronave*

*Nota:* Se visualiza el enmascarado con la finalidad de proteger algunas secciones de la aeronave,

**3.5.3 Decapado químico**

Después de haber realizado el procedimiento del enmascarado se procede a utilizar el removedor de pintura 3.78LT WESCO, la aplicación de este agresivo tiene como finalidad remover la mayor cantidad de área de pintura y reducir el tiempo de operación de lijado.

**Precaución:** No debe permitir que el decapante entre en contacto con los tubos de teflón, mangueras, terminales eléctricos para evitar el deterioro de estos componentes debido al ataque químico.

**Nota:** La superficie de decapado debe estar perfectamente seco con un rango de temperatura de 50 °F (10 °C) a 100 °F (37 °C), el disolvente no se debe aplicar en presencia de sol ni de lluvia. No use estropajo de acero o espátula para remover la pintura de las superficies de aluminio o magnesio.

**Procedimiento:**

1. Antes de aplicar el disolvente 3.78LT WESCO verifique que la superficie se encuentre limpia y seca.
2. Mezclar el disolvente químico antes de su aplicación.
3. Con la ayuda de una brocha no metálica aplicar el removedor con una capa uniforme en todo el fuselaje.

**Nota:** El disolvente no debe exceder a un total de dos horas en contacto con el material

4. Dejar que actúe el removedor en un lapso de 15 a 20 minutos hasta que la pintura se rompa la adherencia con la superficie.
5. Una vez que el disolvente haya cumplido su función con la ayuda de un cepillo no metálico se procede a remover la pintura y residuos de la superficie trata.

**Nota:** Evite el que el disolvente químico tenga contacto con los ojos o piel, puede causar severas quemaduras al técnico u operador.

6. Para una mayor limpieza aplique un chorro de agua a presión para ayudar a la remoción de operación.
7. Remueva las manchas restantes de los lugares con difícil acceso.

**Nota:** En el caso de las aleaciones ferrosas la eliminación puede realizar con la ayuda de una lana de acero.

8. Seque la superficie con la ayuda de franela o chorro de aire. **VER ANEXO C**

### Figura 39

#### *Aplicación del removedor*



*Nota:* Se puede observar la actuación que tiene el removedor con la pintura en el fuselaje.

### 3.6. Lijado estructural

En algunas secciones del fuselaje de la aeronave Fairchild FH-227 es importante realizar el proceso mecánico de remoción de pintura con la ayuda de máquinas lijadoras o lijas manuales. Para realizar este proceso hay que utilizar lijas de agua las lijas de agua pueden ser húmedas o secas para obtener un mejor acabado.

1. Para el lijado de la aeronave es necesario contar con lámina de lija 400, se procede a conectar las maquinas lijadoras orbitales para obtener un buen resultado aplique presión moderada.
2. Mueva la lijadora sobre la superficie del fuselaje con pasadas paralelas.
3. Una vez concluido con el procedimiento de la remoción de pintura, se debe realizar una inspección visual en todo el fuselaje, verificar si existe presencia de algún tipo de corrosión en la piel de la aeronave que no fue vista por las capas de pintura.
4. El proceso de lijado se debe realizar de una manera cuidadosa para obtener una superficie lisa si no se utiliza la lija adecuada puede causar un desgaste excesivo en

el grosor del material, cuando el espesor es disminuido se debilita la resistencia estructural ya que la aeronave debe soportar cargas de presurización.

#### **Figura 40**

*Proceso de lijado mecánico*



*Nota:* en esta figura podemos observar el trabajo que se ejecuta al momento de realizar el lijado mecánico.

### **3.7. Limpieza de la aeronave y el área de trabajo**

Una vez concluido con el procedimiento de decapado se realiza una limpieza minuciosa utilizando MIL-C-25769 para remover mugre, depósitos de grasa, en todo el aérea de trabajo removiendo la suciedad y las partículas visibles que se adquirió por el procedimiento de capado.

La principal fuente de limpieza es para evitar que los objetos extraños no permitan que se ejecute un buen acabado al momento de pintar. Los enmascarados que se realizó antes del decapado hay que retirar con mucho cuidado. A la aeronave hay que realizar un proceso de lavado para retirar el removedor, polvo o cualquier tipo de contaminación que tenga en el fuselaje de la aeronave.

**Figura 41**

*Limpieza de la aeronave y el área de trabajo*



*Nota:* Se puede observar que el técnico debe hacer una limpieza minuciosa de la aeronave y el área de trabajo.

**3.8. Procedimiento de pintado****3.8.1 Enmascaramiento**

Proceso de enmascarado se lo realiza antes de ejecutar la aplicación del primer y de la pintura para proteger las partes complementarias antes de realizar la aplicación del primer se debe realizar los siguientes procedimientos:

1. Enmascarar las ventanas, puertas, radome, antenas, transmisor de localizador de emergencia (ELT), luces exteriores y otros componentes que se encuentra en la parte exterior del fuselaje.
2. Cubrir las superficies que tengan material de goma o elastómero, este material es usado en las siguientes secciones radome y botas anti-ice.
3. Utilizar plástico para tapar los ductos de admisión y escape.

4. No realizar enmascaramientos en los remachados.

## Figura 42

### Proceso de enmascaramiento



*Nota:* se realiza un nuevo enmascaramiento de varias secciones de la aeronave para posterior realizar la aplicación de pintura.

### 3.8.2 Aplicación de la capa protectora (primer)

Hay que tener en cuenta la agresividad del medio ambiente ante el alto grado de corrosividad es importante que antes de la aplicación de la pintura realice los siguientes pasos.

1. Limpiar toda el área de decapada.
2. Aplicar una capa de primer de forma uniforme, la capa de primer contener un grosor de 0.7 a 0.9 milésimas de pulgada.
3. Una vez aplicado una capa de primer dejar secar durante un día para que adhiera el material al fuselaje o componente que desee ser tratada. **VER ANEXO D**

### 3.8.3 Aplicación de pintura

1. La base del material debe estar a fondo agite por 10 a 15 minutos hasta que se mezclen antes de maximizar con el catalizador.

2. Mezcle el catalizador de base y tñer como especifica en el manual.
3. Luego de haber realizado la mezcla del material chequear la viscosidad.

**Precaución:** El compresor de aire debe estar seco y limpio, l en caso de haber contaminantes el proceso de mantenimiento debe ser certificado, de 15 a 30 segundos la válvula debe estar abierta y examine visualmente si existe presencia de alguna partícula, agua o aceite.

4. Para la aplicación de la pintura debo trabajar con 60 psi.
5. Requerimientos de secado **(ANEXO E)**.

**Tabla 2**

*Requerimientos para la aplicación de pintura*

Requerimientos	Tiempo de secado de 21 – 37,7 °C
Libre de polvo	30 minutos máximo
Antes de manipular	4 horas mínimo
Antes enmascarar	2 horas mínimo

**Figura 43**

*Aplicación de la pintura en el fuselaje*



*Nota:* se puede observar en esta figura el proceso de aplicación de pintura y el tipo de pintura que se utilizó.

### 3.9. Proceso Stencils

Una vez concluido con todo el pintado total de la aeronave se realizó el proceso de pintura de los letreros, marcas de acceso, matrícula y diseño de la Universidad de la Fuerzas Armadas ESPE, de acuerdo con la ATA 11 de manual,

Los letreros son medios de señalización donde está estipulado las precauciones que debe tener el personal técnico de mantenimiento, tripulantes y pasajeros. Los letreros podemos encontrar en la parte horizontal de la hélice, la toma estática, tubo pitot.

Para la aplicación de placas de la aeronave hay que tomar en cuenta las dimensiones que debe tener y la nacionalidad al cual pertenece la misma antes de realizar el proceso stencils verificar la RDAC 45 donde detallan las dimensiones de la matrícula de la aeronave que son los siguientes (ANEXO A).

- El espacio entre palabras debe ser de  $\frac{2}{3}$  de ancho.
- El espacio entre letras y números debe tener una dimensión de  $\frac{1}{6}$  de altura
- Las letras M y W debe tener el ancho igual a la altura. **(ANEXO F)**

## Figura 44

### Proceso Stencils



*Nota:* Se puede visualizar los logos, matriculas realizados en toda la aeronave.

### 3.10. Análisis económico

El análisis económico es uno de los factores más importantes dentro del desarrollo del proyecto de titulación porque permite determinar un costo real del decapado y pintado del fuselaje de la aeronave Fairchild FH-227, una vez concluido con el trabajo se puede detallar cuales fueron los recursos económicos empleado en materiales y herramientas adquiridas.

La monografía que servirá como material de estudio para los estudiantes de la carrera de mecánica aeronáutica dentro de este proyecto se utilizó los siguientes recursos.

- Costo primario
- Compra de equipos y material
- Costo secundario
- Fase de investigación, recopilación de información, movilización y hospedaje.

### 3.10.1 Costos primarios

Dentro de los costos primarios se detalla cada uno de los gastos realizados para que este este proyecto se haya realizado con éxito.

- Compra de equipos
- Material

**Tabla 3**

*Costos primarios*

No.	DETALLE	PRECIO C/U	TOTAL
4	plástico estática 3.66x122mt mastico	\$30,56	\$122,24
10	Removedor 3.78lt wesco	\$14,55	\$145,54
1	Traje anti fluido/aséptico bco uso	\$7,25	\$43,50
6	Thinner laca env. 18.92lt coda	\$22,94	\$137,64
6	Env plast caneca cuadra	\$3,02	\$18,12
2	sintético s/m azul/gris	\$6,51	\$13,02
1	sintético color lux negro 3.78lt wesco	\$18,09	\$18,09
20	sintético color lux bco 3.78lt wesco	\$18,27	\$365,40
20	Lija disco 5°fandeli velcro #80 hookit	\$0,30	\$6,00
20	Lija disco 5°fandeli velcro # 150 hookit	\$0,24	\$4,80
20	Lija de estereato fandeli # 150 en seco	\$0,25	\$5,00
20	Masking multiuso 24mm 40yd evans	\$1,01	\$20,20
6	Uniprimer gris 3785 cm3 unidas	\$21,89	\$131,34
2	Fondo gris 3785 cm3 unidas	\$20,49	\$40,98
6	Atomix gris, negro y rojo	\$13,77	\$165,24
	Alquiler escalera, canasta, casco, compresor, extintor, máquina de pintura	\$50	\$200
<b>VALOR TOTAL</b>			<b>\$ 1437,11</b>

*Nota:* En esta tabla se detallan los valores que refieren a los costos primarios al cual se le ha sumado los impuestos de valor agregado en Ecuador (12 %). Elaborado por Christopher Cobos.

### 3.10.2 Costos secundarios

#### a. Fase de investigación y recopilación de información

Para realizar el trabajo de titulación se vio la necesidad de recopilar información en los manuales de mantenimiento que permite realizar cada uno de los procedimientos de decapado y pintado del fuselaje del avión escuela Fairchild FH-227

**Tabla 4***Costos secundarios*

<b>ORDEN</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>VALOR</b>
<b>1</b>	Impresión del manual de mantenimiento	\$20
<b>2</b>	Internet	\$20
<b>3</b>	Papelería	\$30
	<b>Total</b>	<b>\$70</b>

## 4. Conclusiones y Recomendaciones

### 4.1. Conclusión

- El decapado y recubrimiento orgánico se realizó de acuerdo con la recopilación de manuales técnicos, órdenes técnicas, circulares de asesoramiento aplicables a la aeronave Fairchild FH-227 perteneciente a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Se verificó cada uno de los materiales adquiridos según las normas de calidad para la ejecución del decapado y pitado del fuselaje.
- Se realizó cada uno de los procedimientos prescritos en el manual de seguridad (SMS) durante la tarea de mantenimiento para salvaguardar la integridad física del personal técnico.

## 4.2. Recomendación

- La información técnica recopilada debe ser certificada, actualizada y aplicable a la aeronave donde se vaya a realizar algún tipo de mantenimiento, reparación o inspección para brindar seguridad operacional y aeronavegabilidad.
- Adquirir los materiales y equipos certificados, calibrados y tener conocimiento del manejo para obtener un trabajo de calidad.
- Para realizar una tarea de mantenimiento como el pintado de una aeronave o la manipulación de cualquier sustancia química es muy importante utilizar todo el equipo de protección individual (EPI), para evitar cualquier tipo de lesiones físicas o alguna enfermedad respiratoria.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- A21 mx.* (18 de Octubre de 2020). Recuperado el 09 de Agosto de 2020, de <https://a21.com.mx/aeronautica/2016/05/14/necesaria-especializacion-de-pintura-para-aviones-experto>
- ARENAS, J. M. (s.f.). *Ingeniería y estructuras aeronáuticas*. Recuperado el 25 de Junio de 2020, de <https://www.josemiguelatehortua.com/>
- De juper.* (2018). Recuperado el 16 de junio de 2020, de [http://www.juper.net/lana\\_acero\\_n\\_1\\_099145.aspx](http://www.juper.net/lana_acero_n_1_099145.aspx)
- Demos.i303.* (2012). Recuperado el 17 de junio de 2020, de <http://demos.i303.com/galeo/catalogo/lana-abrasiva-metalica/>
- Denios.* (19 de Octubre de 2020). Recuperado el 08 de Agosto de 2020, de <https://productosquimicosymedioambiente.com/salas-de-mezcla-de-pinturas-resistentes-al-fuego/sala-mezcla-pintura/>
- dreamstime.* (2014). Recuperado el 12 de julio de 2020, de <https://www.dreamstime.com/>
- Duber. (2014). En E. P. S.A (Ed.). Madrid, España: Paraninfo.
- Enrique. (10 de Septiembre de 2019). *Airless Discounter*. Obtenido de <https://www.airless-discounter.de/noticias/conoce-la-viscosidad-de-la-pintura/>
- Extrual, D. (2018). Recuperado el 02 de Agosto de 2020, de <http://www.extrual.com/es/noticias/articulos-tecnicos/acabados-del-aluminio-el-anodizado>
- F27-500, F. (2010). *Fokker F27-500*. Recuperado el 22 de junio de 2020, de <https://www.skybrary.aero/index.php/F27>
- Fao. (s.f.). Recuperado el 01 de Agosto de 2020, de [http://www.fao.org/3/v5270s/v5270S08.htm#:~:text=Los%20%C3%A1nodos%20de%](http://www.fao.org/3/v5270s/v5270S08.htm#:~:text=Los%20%C3%A1nodos%20de%20)

20zinc%20se,tambi%C3%A9n%20a%20la%20corrosi%C3%B3n%20galv%C3%A1nica.

ferreteria, D. t. (2018). *De todo ferreteria*. Recuperado el 15 de septiembre de 2020, de <http://todoferreteria.com.mx/>

FH-227, A. f. (06 de 03 de 2019). *Historia del Avión fairchild Hiller FH-227*. Recuperado el 2 de Mayo de 2019, de [https://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild\\_Hiller\\_FH-227](https://es.wikipedia.org/wiki/Fairchild_Hiller_FH-227)

*Fishersci*. (2013). Recuperado el 18 de Junio de 2020, de [www.fishersci.com](http://www.fishersci.com)

*flight-mechanic*. (s.f.). Recuperado el 20 de Agosto de 2020, de <https://www.flight-mechanic.com/airframes/aircraft-painting-and-finishing/>

Flores, J. (13 de Noviembre de 2013). *Ingeniería en pintura aeronáutica*. Recuperado el 05 de Agosto de 2020, de <http://pinturaingenieriaaeronautica.blogspot.com/2013/11/proceso-de-sellado.html>

G., N. D. (2018 de Noviembre de 2019). *Infocorrosión*. (M. Studio, Editor) Recuperado el 03 de Agosto de 2020

*Gato volante*. (s.f.). Recuperado el 01 de Septiembre de 2020, de <https://gatovolante.wordpress.com/>

Golpe, A. (12 de Agosto de 2017). *Amilarg*. Obtenido de <https://web.archive.org/web/20170812173857/http://www.amilarg.com.ar/fokker-f-27.html>

*Grupo tior*. (2018). Recuperado el 04 de Agosto de 2020, de <https://grupotior.com/preparacion-de-la-superficie-metales/>

Henry. (2009).

- Hook, L. (23 de Septiembre de 2019). *Milenio 2020*. Obtenido de <https://www.milenio.com/negocios/cuanto-contamina-la-industria-aerea>
- ingemecanica*. (18 de Octubre de 2020). Recuperado el 03 de Agosto de 2020, de <https://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn20.html>
- la vanguardia*. (13 de febrero de 2018). Recuperado el 09 de Agosto de 2020, de <https://www.lavanguardia.com/ocio/viajes/20180213/44216794726/razones-mayoria-aviones-blancos.html#:~:text=Tambi%C3%A9n%20hay%20compa%C3%B1%C3%ADas%20que%20pintan,plazo%20y%20otros%20factores%20ambientales>.
- Laminas y acero*. (2015). Recuperado el 22 de junio de 2020, de [www.laminas y acero.com](http://www.laminas y acero.com)
- M&D Aeroespacial s.l.* (s.f.). Recuperado el 06 de Agosto de 2020, de <https://www.mdaeroespacial.com/galeria-fotos-acto-convenio/>
- Metal*. (2013). Recuperado el 21 de junio de 2020, de <https://www.metal.com/>
- Nervion*. (2015). *Nervion pinturas*. Recuperado el 02 de Agosto de 2020, de [www.Nervionpinturas.com](http://www.Nervionpinturas.com)
- Pce-instruments*. (s.f.). Recuperado el 08 de Agosto de 2020, de <https://www.pce-iberica.es/medidor-detalles-tecnicos/instrumento-de-medida-laboratorio/medidor-viscosidad-viscolite.htm>
- Perez, J. J. (1985). *Desarrollo De Un Modelo De Optimacion De Servicios Aereos Bajo Condiciones De Riesgo E Incertidumbre*. . Madrid: Euit Aeronauticos .
- Quimilock. (2015). Protección Temporal Anticorrosiva en Envío Marítimo De Depósitos. *Quimilock Sau*, 11. Recuperado el 25 de junio de 2020, de <https://desarrollo.quimilock.es/wp-content/uploads/2019/02/Env%C3%ADo-mar%C3%ADtimo-dep%C3%B3sitos.pdf>

Rosas, A. A. (2011). *Bdigital*. Recuperado el 02 de Agosto de 2020, de [http://www.bdigital.unal.edu.co/4063/4/200767791.2011\\_1.pdf](http://www.bdigital.unal.edu.co/4063/4/200767791.2011_1.pdf)

S.A, S. (2014). Sandblasting S.A. Colombia.

Scholar, S. (2013). Recuperado el junio de 21 de 2020, de Semantic scholar: [www.Semantic scholar.com](http://www.Semantic scholar.com)

*Singlequiver*. (2002). Recuperado el 19 de junio de 2020, de [www.singlequiver.com](http://www.singlequiver.com)

*Slideplayer*. (2014). Recuperado el 07 de Agosto de 2020, de <https://slideplayer.es/slide/4169096/>

*T-texequipment*. (2016). Recuperado el 01 de junio de 2020, de [www.t-texequipment.com](http://www.t-texequipment.com)

Vargas, D. (10 de Agosto de 2015). Recuperado el 04 de Agosto de 2020, de <https://es.slideshare.net/dnivrgas/tcnicas-de-inspeccion-a-la-corrosion>

## ABREVIATURAS

**EPP:** Equipo de protección personal

**MM:** Manual de Mantenimiento

**FAA:** Federación de administración de la aviación.

**OACI:** Organización de Aviación Civil Internacional.

**SRM:** (Manual de Reparación Estructural)

**OMA:** Organización de Mantenimiento Aprobado

**SB:** Boletines de Servicio

**TSO:** Orden Técnica Estándar

**DGAC:** Dirección General de Aviación Civil.

**ATA:** Asociación de Transporte Aéreo

## GLOSARIO

**Aerodinámico:** Tiene forma adecuada para disminuir la resistencia del aire.

**Aeronave:** Toda máquina que puede sustentarse en la atmósfera por reacciones del aire que no sean las reacciones de este contra la superficie de la tierra.

**Aeronavegabilidad:** Actitud técnica y legal que debe tener una aeronave para volar en condición de aceptación y condición segura

**ATA:** (asociación de Transporte Aéreo) el listado ATA 100 es una forma de organizar las distintas partes, reparaciones o tipos de sistemas que tiene cualquier avión.

**Avión (aeroplano):** Aerodino propulsado por motor, que debe su sustentación en vuelo principalmente a reacciones aerodinámicas ejercidas sobre superficies que permanecen fijas en determinadas condiciones de vuelo.

**Decapado:** Acción de decapar, especialmente un metal.

**Factibilidad:** Cualidad o condición de factible.

**Lija:** Es una herramienta que sirve que se adhiere a algún material.

**Lijado:** Desgaste de un material o aislamiento de la superficie

**Optimo:** Es lo más eficiente o deseable.

**Operatividad:** Capacidad de operar en perfectas condiciones

**Pintar:** Cubrir con pintura una superficie

**Remove:** Quitar, apartar un obstáculo o una capa de pintura.

**Removedor:** Producto químico que se emplea remover una pintura o esmalte

# ANEXOS