



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

“Recubrimiento orgánico del empenaje 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.”

CADENA LUCAS, ERICK ALEJANDRO

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.

14 de octubre del 2020



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

CERTIFICACIÓN

Certifico que la monografía, **“RECUBRIMIENTO ORGÁNICO DEL EMPENAJE 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 **CADENA LUCAS ERICK ALEJANDRO** 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, 14 de octubre de 2020

Firma:

Tlgo. Milton Andrés Arellano Reyes

C. C.: 172306451-3

REPORTE DE VERIFICACIÓN



Document Information

Analyzed document CADENA ALEJANDRO.pdf (D80454615)
Submitted 10/2/2020 2:10:00 AM
Submitted by
Submitter email eacadena2@espe.edu.ec
Similarity 1%
Analysis address maarellano3.espe@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	MENDOZA_ORTIZ_LUIS_ANTONIO.docx Document MENDOZA_ORTIZ_LUIS_ANTONIO.docx (D63449266)		1
SA	Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE / INSPECCION Y PINTURA CESSNA 150M.docx Document INSPECCION Y PINTURA CESSNA 150M.docx (D47675637) Submitted by: raenriquez3@espe.edu.ec Receiver: eszabala.espe@analysis.orkund.com		2

Tigo. Arellano Reyes, Milton Andres

DIRECTOR DE PROYECTO



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

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

Yo, **CADENA LUCAS ERICK ALEJANDRO**, con cédula de ciudadanía n°**1726538430**, declaro que el contenido, ideas y criterios de la monografía: **“RECUBRIMIENTO ORGÁNICO DEL EMPENAJE 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, 14 de octubre 2020

Firma


CADENA LUCAS ERICK ALEJANDRO

C.C.: 172653843-0



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

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo **CADENA LUCAS ERICK ALEJANDRO** autorizo/autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar la monografía: **“RECUBRIMIENTO ORGÁNICO DEL EMPENAJE SEGÚN LA INFORMACIÓN TÉCNICA APROBADA PARA LA PROTECCIÓN DE LA SUPERFICIE ESTRUCTURAL DE AGENTES EXTERNOS EN LA AERONAVE FAIRCHILD FH-227 PERTENECINTE A LA UNIDAD DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍAS”** en el Repositorio Institucional, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi/nuestra responsabilidad.

Latacunga, 14 de octubre de 2020

Firma

CADENA LUCAS ERICK ALEJANDRO

C.C.:172653843-0

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a todas las personas que me han brindado su apoyo incondicional, especialmente a mis padres Luis y Liliana quienes se han esforzado y han sido pacientes en todo momento, han sido los ejes de mi vida en los cuales puedo confiar incondicionalmente, ellos son mi motivación para surgir y no rendirme a ellos les debo toda mi vida.

A mis hermanas Erika y Ariana y mis cuñados Jorge y Ricardo quienes me han dado ánimos de seguir adelante y no rendirme fácilmente orientándome siempre por el buen camino y ayudándome a cumplir mis metas propuestas a largo plazo, siendo mis hermanas mayores para mi han sido mi conciencia asegurándome que haga las cosas correctas y regañándome cuando no sigo las reglas, me han ayudado a formar mi carácter para siempre hacer lo correcto en todo momento.

Finalmente quiero agradecer a mis amigos Vinicio, Francisco, Kevin y Sebastián quienes nunca me dejaron solo en los momentos duros y convivimos muchos recuerdos y estuvieron ahí cuándo los necesitaba se convirtieron como en una segunda familia mientras convivimos juntos en la universidad.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi familia quienes han sido mi motivación de seguir adelante brindándome siempre lo mejor para mi bienestar, además me han compartido toda su sabiduría y experiencias que han ganado con el paso los años, no tengo palabras para agradecerles todo el esfuerzo y dedicación que me han brindado.

Además, agradezco a mis profesores quienes han sabido enseñar y compartir sus conocimientos respondiendo todas las dudas que se presentan y me han ido guiando en todos los proyectos realizados, además quiero agradecer a toda la directiva que conforma la carrera de Mecánica Aeronáutica.

Finalmente agradezco a todos mis compañeros y amigos que confiaron en mí en todo momento, los cuales nos apoyamos en todo momento sin importar las condiciones estuvimos juntos en cada instante, además a los señores técnicos de la brigada de la aviación del ejército nos brindaron su apoyo incondicional para culminar con el trabajo práctico de titulación.

CADENA LUCAS ERICK ALEJANDRO

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	1
CERTIFICACIÓN	2
REPORTE DE VERIFICACIÓN	3
RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA	4
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	5
DEDICATORIA	6
AGRADECIMIENTO	7
ÍNDICE DE CONTENIDOS	8
ÍNDICE DE TABLAS	12
ÍNDICE DE FIGURAS	13
RESUMEN	15
ABSTRAC	16
1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	17
1.1. Antecedentes	17
1.2. Planteamiento del problema.....	18
1.3. Justificación.....	19
1.4. Objetivos	19
1.4.1. Objetivo general	19
1.4.2. Objetivos específicos	20
1.5. Alcance	20
2.MARCO TEÓRICO	21
2.1. Empenaje.....	21

2.2.	Tipos de empenajes	23
2.2.1.	Empenaje tipo t	23
2.2.2.	Empenaje tipo h	24
2.2.3.	Empenaje convencional	24
2.2.4.	Empenaje doble	25
2.3.	Equipo de protección personal	26
2.4.	Definición y composición de la pintura.....	27
2.4.1.	Ligante o resina.....	28
2.4.2.	Rellenos	28
2.4.3.	Pigmentos	29
2.4.4.	Disolventes.....	29
2.4.5.	Aditivos	30
2.5.	Recubrimientos Orgánicos Aeronáuticos.....	30
2.6.	Procesos previos a pintura en estructuras metálicas.....	33
2.6.1.	Cualidades de la película de protección	34
2.6.2.	Clasificación de las películas de protección.....	34
2.7.	Imprimación.....	35
2.7.1.	Tipos de imprimaciones.....	35
2.7.2.	Imprimaciones alquílicas	36
2.7.3.	Imprimaciones epoxi-poliamida	36
2.7.4.	Imprimaciones de poliuretanos.....	36
2.8.	Proceso de la pintura aeronáutica	37
2.8.1.	Proceso de inspección	38
2.8.2.	Proceso de enmascarado.....	40
2.8.3.	Proceso de aplicación de removedor.....	40
2.8.4.	Proceso de lijado.....	43

2.8.5.	Proceso de lavado.....	45
2.8.6.	Proceso de sellado.....	45
2.8.7.	Proceso de aplicación de primer	47
2.8.8.	Wash- Primer	48
2.8.9.	Proceso de aplicación de pintura.....	49
2.8.10.	Proceso de pintado de letreros.....	50
2.8.11.	Acabado final de la pintura	50
2.8.12.	Lacas	51
2.8.13.	Poliuretanos	51
2.9.	Pintura en zonas especiales.....	52
2.9.1.	Bordes de ataque.....	52
2.9.2.	Zonas calientes	52
2.9.3.	Zonas antideslizantes.....	53
2.9.4.	Pintura antibacteriana	53
2.9.5.	Pintura en superficies de materiales compuestos del avión.....	53
2.10.	Copa de Zahn.....	54
2.10.1.	Uso de la copa de Zahn	54
2.11.	Equipos.....	55
2.11.1.	Suministro de aire	55
2.11.2.	Compresor alternativo.....	55
2.11.3.	Compresor giratorio.....	56
2.12.	Tipos de pistolas de pinturas	56
2.12.1.	Pistola de alimentación por succión.....	57
2.12.2.	Pistola de alto volumen y baja presión	58
3.	DESARROLLO DEL TEMA	59
3.1.	Preliminares	59

	11
3.2. Inducción de seguridad industrial	59
3.3. Inducción de Bioseguridad	60
3.4. Recibimiento de los materiales de trabajo	60
3.5. Delimitación de la zona de trabajo.....	62
3.6. Enmascado de ventanas y letreros.....	62
3.7. Decapado de zonas con corrosión	63
3.8. Lijado de la superficie externa del avión.....	66
3.9. Aplicación de primer.....	68
3.10. Proceso de pintura.....	69
3.11. Colocación de leyendas y letreros.	72
3.12. Análisis de costos	73
3.12.1. Análisis de costos primarios	73
3.12.2. Análisis de costos secundarios.....	74
3.12.3. Análisis de costos totales	74
4.CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	75
4.1. Conclusiones.....	75
4.2. Recomendaciones.....	76
4.3. Glosario de términos	77
4.4. Abreviaturas	79
4.5. Referencias Bibliográficas	80
4.6. ANEXOS	83

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. “Propiedades de los disolventes”	30
Tabla 2. “Tiempos de secado del sellante PRC”	46
Tabla 3. “Flexografía de la copa de Zahn”	55
Tabla 4. “Materiales recibidos”	61
Tabla 5. “Análisis de costos primarios”	73
Tabla 6. “Análisis de costos secundarios”	74
Tabla 7. “Análisis de costos totales”	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. “Empenaje del avión”	21
Figura 2. “Ejes imaginarios del avión”	22
Figura 3. “Empenaje tipo T”	23
Figura 4. “Empenaje en H”	24
Figura 5. “Empenaje convencional”	25
Figura 6. “Empenaje Doble”	26
Figura 7. “Equipo de protección personal”	27
Figura 8. “Pintado de Estabilizadores”	31
Figura 9. “Avión Airbus A319”	32
Figura 10. “Taller de Pintura”	37
Figura 11. “Avión A320 en proceso de pintura”	38
Figura 12. “Mapping en la estructura”	39
Figura 13. “Avión A320 en proceso de enmascarado”	40
Figura 14. “Efecto del removedor en la pintura”	41
Figura 15. “Niveles de decapado”	42
Figura 16. “Proceso de lijado”	43
Figura 17. “Limpieza y lavado de la aeronave”	45
Figura 18. “Sellante PRC B2”	47
Figura 19. “Primer”	48
Figura 20. “Proceso de aplicación de pintura”	49
Figura 21. “Avión Fairchild FH-227”	50
Figura 22. “Borde de ataque del estabilizador horizontal”	52
Figura 23. “Compresor Alternativo”	56
Figura 24. “Pistola de alimentación por succión”	57
Figura 25. “Pistola HVLP”	58

Figura 26. “Charla de seguridad industrial”	59
Figura 27. “Charla de Bioseguridad”	60
Figura 28. “Recibimiento de los materiales de trabajo”	61
Figura 29. “Delimitación de la zona de trabajo”	62
Figura 30. “Enmascarado de las ventanas del avión”	63
Figura 31. “Delimitación de la zona a decapar”	64
Figura 32. “Aplicación del removedor”	65
Figura 33. “Actuación del removedor con la pintura”	65
Figura 34. “Proceso final del decapado”	66
Figura 35. “Proceso de lijado”	67
Figura 36. “Aplicación de Pimer en el empenaje”	68
Figura 37. “Preparación de la pintura”	70
Figura 38. “Proceso de pintado en el empenaje”	70
Figura 39. “Pintado del estabilizador vertical”	71
Figura 40. “Avión Fairchild Hiller FH – 227 pintado”	72

RESUMEN

La pintura es el revestimiento orgánico que se utiliza generalmente para cubrir la estructura metálica del cual es fabricado el fuselaje de la aeronave, un buen acabado final de la pintura nos garantizará la preservación de la estructura del avión, además nos ofrece más beneficios como son: protección de los rayos ultravioletas, protección contra la corrosión, protección contra fluidos derivados del petróleo, entre otras. La mayoría de compañías aéreas optan por pintar sus aeronaves de color blanco porque resulta más económico y eficiente permitiendo la visualización de grietas, fugas o rajaduras en el fuselaje y mantiene fresca la cabina del piloto y cabina de pasajeros en el momento del vuelo, para realizar esta tarea es importante seguir una serie de tareas generales a realizar como son: inspección visual externa, enmascarado de la superficie a pintar, aplicación del removedor de pintura, lijado, lavado, sellado en uniones donde pueda ingresar agua, aplicación de primer y wash primer, aplicación de la pintura y por último el pintado de letreros; siguiendo estos procesos obtendremos un buen trabajo final que perdurará por muchos años protegiendo la estructura del avión escuela Fairchild FH-227 perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías ESPE.

Palabras clave

- **RECUBRIMIENTO ORGÁNICO**
- **DECAPADO**
- **PINTURA**
- **ACABADO**
- **LEYENDAS**

ABSTRAC

Paint is the organic coating that is generally used to cover the metal structure from which the aircraft fuselage is manufactured, a good final paint finish will guarantee the preservation of the aircraft structure, it also offers us more benefits such as: protection from ultraviolet rays, protection against corrosion, protection against petroleum-derived fluids, among others. Most airlines choose to paint their aircraft white because it is more economical and efficient allowing the visualization of cracks, leaks or cracks in the fuselage and it keeps the cockpit and passenger cabin fresh at the time of flight, to carry out this task it is important to follow a series of general tasks to be carried out, such as: external visual inspection, masking of the surface to be painted, application of paint remover, sanding, washing, sealing in joints where water can enter, application of primer and wash primer, paint application and finally the sign painting; Following these processes, we will obtain a good final work that will last for many years protecting the structure of the Fairchild FH-227 school aircraft belonging to the Unidad de Tecnologías ESPE.

Key words

- **ORGANIC COVERING**
- **STRIPPING**
- **PAINTING**
- **FINISH**
- **LEGEND**

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Antecedentes

La pintura es un producto que en la actualidad utilizamos día a día en todos los ámbitos y es aplicable a la mayoría de superficies y materiales, en el ámbito comercial existen diversas líneas entre ellas las llamadas “pinturas aeronáuticas” que su propósito es proteger la superficie formando un recubrimiento, las pinturas se seleccionan por su compatibilidad con el material de la superficie y el primer, mientras que los acabados se deben seleccionar por su compatibilidad con los primers y por su resistencia química, física o mecánica contra el medio ambiente.

Para cubrir la estructura de un avión utilizamos pintura aeronáutica que debe resistir cambios climáticos extremos entre los -20°C y los 60°C además a velocidades de 900km/h y soportar derrames de otros compuestos como el combustible, sin embargo se dice que la pintura se utiliza solo para fines decorativos pero precisamente este compuesto garantiza la seguridad y la durabilidad de la estructura, protegiéndola de agentes externos contaminantes que causen corrosión y ponga en peligro la integridad de la aeronave.

En la Unidad de Gestión de Tecnologías – ESPE se encuentra la Aeronave Fairchild FH-227 cuya pintura se encuentra desgastada surge la necesidad de renovar este recubrimiento lo cual se debe aplicar una capa de pintura nueva con características que se adapte a las circunstancias que está expuesto el avión en la institución.

1.2. Planteamiento del problema

La carrera de Mecánica Aeronáutica Mención Aviones es una carrera muy atractiva, en especial para los jóvenes del país y esto es gracias a una buena administración que se fija en el bienestar de los estudiantes buscando la manera de seguir innovando para mejorar el aprendizaje, en este caso la carrera cuenta con talleres, laboratorios y aeronaves en los cuales se pueden aplicar distintas tareas de mantenimiento aplicando manuales de mantenimiento.

Debido a que el avión Fairchild FH-227 es el más antiguo en la institución, con el paso del tiempo su estructura se ha visto perjudicada por distintos factores que atacan a la superficie externa de la aeronave, por causa de que la aeronave se encuentra en lugar descubierto existen rastros de corrosión por toda la aeronave y esto afecta directamente a la pintura que recubre la superficie.

La aeronave Fairchild se encuentra expuesta directamente con el medio ambiente, la pintura del avión es la más afectada causando que esta pierda el brillo de su color y se desprenda poco a poco dejando vulnerable al material del cual está fabricada la estructura del avión, por eso es necesario realizar una acción correctiva inmediatamente para evitar que el daño siga expandiéndose por toda la estructura del avión.

Con la inspección visual realizada se pudo evaluar que la única alternativa para preservar la superficie del avión Fairchild FH-227 es realizar el decapado, tratamiento anticorrosivo y aplicar una nueva capa de pintura, de esta manera se protegerá la estructura de los agentes externos que están presentes por los cambios climáticos y mejorará estéticamente su superficie externa.

1.3. Justificación

Dado que el avión Fairchild FH-227 se va a mantener en la intemperie estará continuamente en contacto directo con el medio ambiente, es necesario realizar el tratamiento anticorrosivo y pintar toda la estructura nuevamente, el beneficio de realizar esta acción es que se podrá preservar la superficie externa de la aeronave por muchos años más mejorando estéticamente las zonas del avión como son las alas, fuselaje y empenaje.

Con el tratamiento anticorrosivo y la nueva capa de pintura los estudiantes de la carrera de Mecánica Aeronáutica serán los beneficiados de este proyecto ya que podrán continuar realizando prácticas de mantenimiento en el avión escuela, a su vez los docentes y alumnos deberán proteger la estructura evitando que se forme corrosión y si se da el caso evitar que esta se expanda por el resto del avión.

La importancia de recubrir con una nueva película de pintura al empenaje del avión escuela en la Unidad de Gestión de Tecnologías consiste en proteger la superficie la externa para que esta no sufra deterioro debido a los distintos agentes contaminantes que pueden debilitar el material y ocasionar varios problemas a largo plazo.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Recubrir con pintura la superficie del empenaje 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.

1.4.2. Objetivos específicos

- Recolectar información técnica acerca del decapado y pintado de la superficie externa de las aeronaves.
- Decapar la superficie externa del empenaje con la ayuda de un compuesto químico para que remueva la pintura de la zona.
- Sustituir la película de pintura del avión escuela Fairchild FH-227 para mejorar la estética externa del mismo.

1.5. Alcance

La finalidad del proyecto de titulación es mejorar la presentación de la superficie externa y preservar la estructura del empenaje del avión escuela ubicado en la Unidad de Gestión de Tecnologías mediante un decapado del antiguo recubrimiento y la colocación de una nueva capa de pintura, de esta manera se preservará la estructura y no existirán futuros daños que afecten con la integridad del avión, aplicando los conocimientos adquiridos durante el periodo académico de la carrera.

CAPÍTULO II

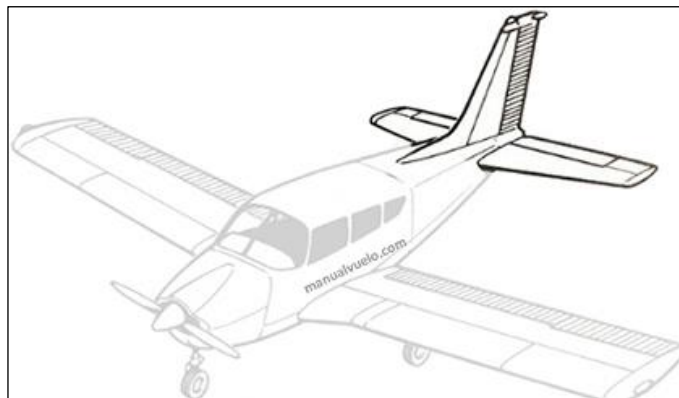
2. MARCO TEÓRICO

2.1. Empenaje

El empenaje es más conocido como la cola de avión y su principal misión es de estabilizar a la aeronave, de acuerdo con (Navarro, 2013) “El empenaje está compuesto de dos superficies aerodinámicas, uno vertical y otro horizontal ambos con una parte fija (estabilizador vertical y horizontal) y otra movable detrás (timón de profundidad y timón de dirección)”. El estabilizador horizontal es el encargado de recibir todas las cargas del eje longitudinal mientras que el estabilizador vertical recibe todas las cargas del eje vertical.

Figura 1.

“Empenaje del avión”



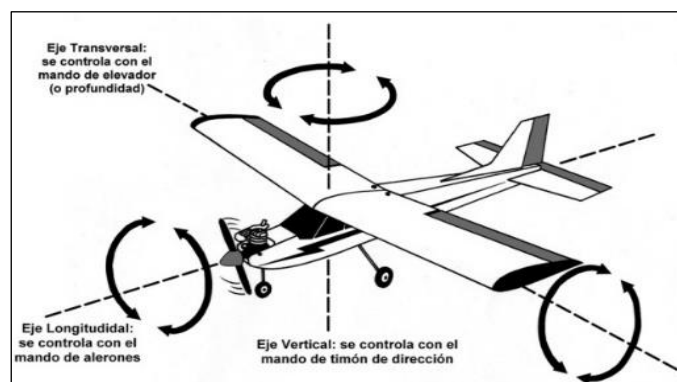
Nota. El empenaje convencional en los aviones en la actualidad es el más utilizado por aviones comerciales. Tomado de (Navarro, 2013).

Cabe recalcar que existen tres ejes imaginarios del avión en el que se realizan las maniobras y estos son controlados por superficies aerodinámicas primarias y secundarias, estos ejes imaginarios se los conoce comúnmente como longitudinal, transversal y vertical, en estos ejes también se pueden encontrar superficies de vuelo secundarias que ayudan a maniobrar mejor el avión según sean las circunstancias requeridas en el momento.

- El eje longitudinal se extiende desde el morro hasta la cola, el movimiento que se lleva a cabo en este se lo denomina “Alabeo” y las superficies de control que causan este movimiento son los alerones que se encuentran ubicados en el borde de salida de las alas del avión, estas superficies son asimétricas es decir se mueven sentidos opuestos si una asciende la otra descende para realizar este movimiento.
- El eje transversal se extiende de punta a punta de las alas del avión, el movimiento que se lleva a cabo es el “Cabeceo” y las superficies de control encargadas de este movimiento son los elevadores, estos se mueven de arriba hacia abajo, ubicándose en los estabilizadores horizontales y son accionados desde la cabina por la cabrilla.
- El eje vertical se extiende desde el fuselaje inferior hasta el fuselaje superior y el movimiento que se lleva a cabo es la “Guiñada”, la superficie de control encargada de este movimiento es el rudder ubicado en el estabilizador vertical, este se mueve de izquierda a derecha según sea necesario y es accionado por los pedales.

Figura 2.

“Ejes imaginarios del avión”



Nota. Encontramos tres ejes imaginarios que no son visibles, pero es donde suceden los movimientos del avión cuando este se encuentra en vuelo. Tomado de (Ishkanian, 2016).

2.2. Tipos de empenajes

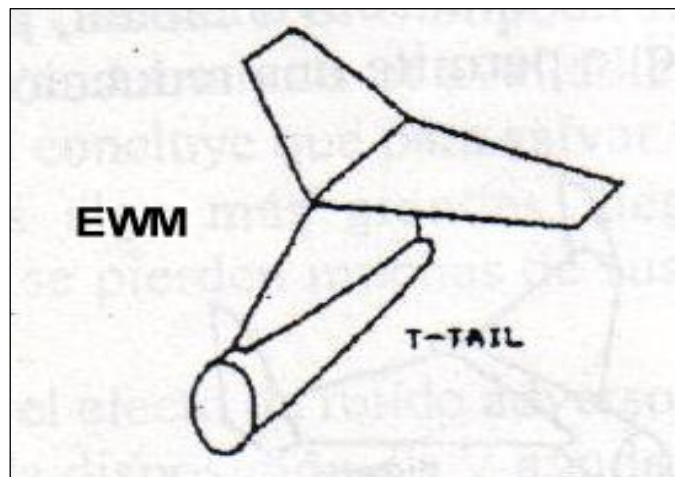
Con el pasar de los años se han diseñado distintos tipos de empenajes entre los principales podemos encontrar los siguientes: empenaje tipo T, empenaje tipo H, empenaje convencional y empenajes dobles. A continuación se detallarán el funcionamiento de cada uno de estos empenajes.

2.2.1. Empenaje tipo t

(Mundo Aeronáutico, 2007) indica que este tipo de empenaje resulta más pesado que un empenaje convencional, debido a que se debe reforzar el empenaje vertical ya que este soportará los esfuerzos producidos por el estabilizador horizontal que se encuentra montado sobre este; las ventajas de este empenaje es que reduce la altura de la cola del avión y aumenta su efectividad, además permite que se puedan colocar los motores sin afectar a los controles de vuelo.

Figura 3.

“Empenaje tipo T”



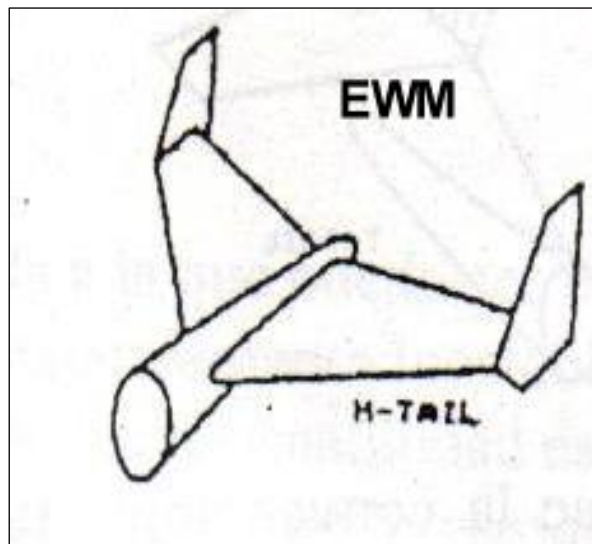
Nota. Se puede apreciar el tipo de empenaje en forma de T que se encuentra montado sobre la parte posterior del avión. Tomado de (Mundo Aeronáutico, 2007).

2.2.2. Empenaje tipo h

La finalidad de este tipo de cola es que ubica los estabilizadores verticales en regiones de flujo no perturbado en el vuelo, (Mundo Aeronáutico, 2007) su diseño fue con fines aerodinámicos para mejorar el control de la aeronave y también con una finalidad netamente estética ya que reduce su tamaño en comparación a un empenaje normal permitiéndolo que quepa dentro de un hangar sin inconvenientes.

Figura 4.

“Empenaje en H”



Nota. El empenaje tipo H no es muy común, pero brinda más control en el momento del vuelo, muy pocos aviones utilizan este tipo de empenaje. Tomado de (Mundo Aeronáutico, 2007).

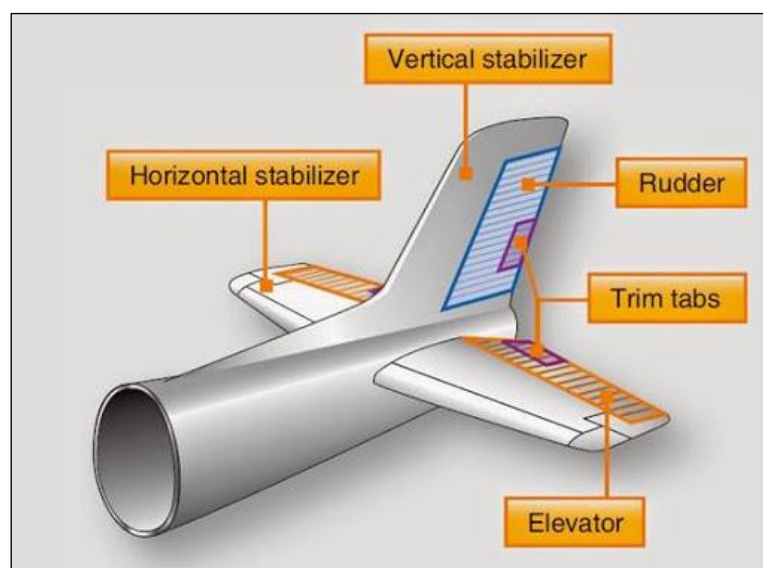
2.2.3. Empenaje convencional

Este tipo de empenaje es el más usado por los aviones comerciales en la actualidad se los puede reconocer fácilmente ya que sus estabilizadores horizontales se encuentran en la parte posterior final del fuselaje y el estabilizador vertical se encuentra sobre el fuselaje, siendo este de gran tamaño a comparación de los empenajes nombrados.

Estos tipos de empenajes han demostrado ser muy eficientes al momento que la aeronave se encuentra en vuelo volviendo a las aeronaves comerciales más seguras y con muy pocas probabilidades que sufra algún accidente el avión, por ello debemos agradecer a los avances científicos que han logrado fabricar este tipo de empenaje peculiar y muy novedoso en la actualidad.

Figura 5.

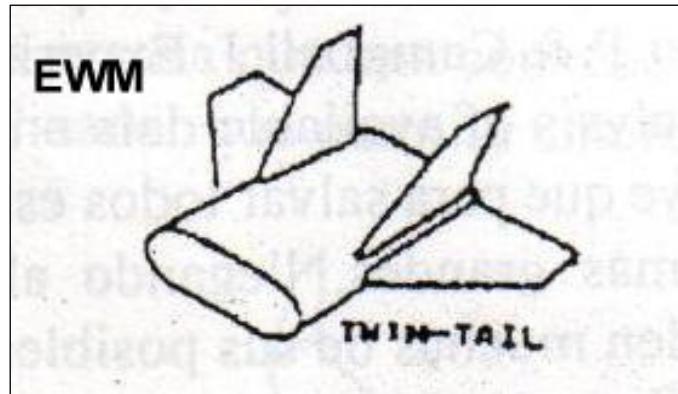
“Empenaje convencional”



Nota. Este empenaje es el más utilizado y es el encargado de realizar dos movimientos en sus ejes que son el cabeceo y guiñada. Tomado de (Mundo Aeronáutico, 2007).

2.2.4. Empenaje doble

Diseñadas principalmente para contrarrestar los efectos de estela del ala y fuselaje, su tamaño disminuye respecto a un empenaje convencional y resultan más eficientes, en la actualidad los aviones caza modernos son los que utilizan este tipo de cola porque les brinda más control en altas velocidades, este tipo de empenaje no es muy común verlo en los aviones, pero muy pocos aviones de carga lo utilizan debido a sus inmensas divisiones.

Figura 6.*“Empenaje Doble”*

Nota. Este empenaje no es muy común encontrarlo y este reduce su tamaño considerablemente a un empenaje convencional. Tomado de (Mundo Aeronáutico, 2007).

2.3. Equipo de protección personal

(Oñate, 2019) señala que deben seguirse normas aplicables de seguridad e higiene en el trabajo, es importante desde el principio acostumbrarse al empleo de la vestimenta de protección sin necesidad de recibir instrucciones de un superior. Es necesario utilizar este tipo de protección porque sin él las fosas nasales se bloquean rápidamente por las partículas de pintura, cada vez que se respira inhalamos directamente los disolventes y aditivos que están en proceso de evaporación y estos afectan a nuestros pulmones.

Existen diversos tipos de equipo personal, un pintor aeronáutico debe utilizar una máscara buzo alimentada por aire puro, este aire se conduce a presión controlada hasta la máscara del operador, además existen mascarillas provistas de cartuchos con filtro de carbón que protegen inhalar las partículas de pinturas hacia las vías respiratorias.

Como definición general el equipo de protección personal es cualquier equipo destinado a proteger al trabajador, este equipo tiene como finalidad brindar seguridad a los riesgos que presenta la tarea que se va a realizar, a continuación, algunos ejemplos de EPP'S que se usan en la seguridad industrial.

- Tapones de oído.
- Gafas.
- Mascarilla.
- Overol de trabajo.
- Zapatos puntas de acero.

Figura 7.

“Equipo de protección personal”



Nota. Es importante utilizar este equipo de protección en todo momento, ya que asegura nuestra seguridad disminuyendo que existan riesgos en el trabajo. Tomado de (Ligio, 2020).

2.4. Definición y composición de la pintura

Un concepto general de la pintura según (Felipe, 2013) nos indica que “Se puede definir una pintura líquida como una mezcla heterogénea de componentes que una vez aplicada y seca se transforma en una película continua de espesor más o menos uniforme, sin pegajosidad al tacto y con las características al uso que ha sido diseñada”.

Los componentes de la pintura varían de acuerdo al uso, tiempo de secado, tipo de acabado y las condiciones en la que esta va a ser aplicada, su composición es la siguiente:

- Ligante o Resina
- Rellenos
- Pigmentos
- Disolventes
- Aditivos

2.4.1. Ligante o resina

(Felipe, 2013) argumenta que estos productos son los encargados de mantener unidas las partículas sólidas, pigmentos y cargas cuando estas se encuentren totalmente secas y consolidadas. Aquí encontramos los polímeros que brindan al recubrimiento diferentes características según su resistencia química, dureza, elasticidad, adherencia con el material, viscosidad, secado entre otros dependiendo del tipo de pintura ya sea acrílica, vinilo, poliéster o poliuretano.

2.4.2. Rellenos

Sosteniendo el concepto de (Felipe, 2013) estos rellenos son el cuerpo y dan la estructura por ser el material sólido, brindando el espesor deseado de la película de pintura, este componente es uno de los más importantes porque en él se encuentran las propiedades anticorrosivas que van a proteger al fuselaje de la aeronave Fairchild FH-227, estos rellenos son de naturaleza inorgánica por lo tanto son opacas cuando están secas pero claras cuando están húmedas.

Los rellenos aumentan el volumen de la pintura mediante la incorporación de elementos como sílice, talco, loza, entre otros; además disminuyen la porosidad de la capa cuando la pintura se seca y aumenta su resistencia a la corrosión, también da consistencia estructural a la capa de pintura (Oñate, 2019).

2.4.3. Pigmentos

A diferencia de los rellenos estos son compuestos totalmente orgánicos cuya principal función es brindar el color a la pintura, (Felipe, 2013) refiere que “los pigmentos son opacos tanto en seco como en húmedo”. El pigmento más empleado por los fabricantes de pinturas es el dióxido de titanio porque es altamente sólido a la degradación ambiental en comparación a otros pigmentos utilizados anteriormente.

Según (Oñate, 2019) los pigmentos que se incorporan a la mezcla tienen una función principal y dos secundarias. En primer lugar, proporcionan en la resistencia de la capa de pintura frente a la corrosión, y las funciones secundarias son dar color y opacidad a la capa de pintura.

2.4.4. Disolventes

Dependiendo del tipo de pintura los disolventes pueden ser agua, alcoholes, cetonas, entre otros productos orgánicos. Los disolventes regulan la velocidad de evaporación y disuelve las resinas y estas son dos características más relevantes, además (Felipe, 2013) señala que los disolventes proporcionan manejabilidad y aplicabilidad y también varían propiedades como la viscosidad, tiempo de secado y consistencia.

Además, el disolvente da homogeneidad a la mezcla de todos los compuestos que constituyen a la pintura, para que al momento de aplicar la pintura esta disperse todos los compuestos que constituyen la pintura de manera igualitaria, uniforme y fluida, la función de este disolvente es que convierta todos los elementos sólidos en líquidos; entre ellos los disolventes más utilizados son:

- Metil-etil-ketona (MEK).
- Alcohol butílico.
- Tolueno.

Tabla 1.*“Propiedades de los disolventes”*

PROPIEDADES FÍSICO – QUÍMICAS DE DISOLVENTES				
Tipo de disolvente	Temperatura de ebullición	Índice de evaporación	Calor de evaporización cal/g	Tensión de superficie Dina/cm
Agua	100	75	585	72,8
Tolueno	110	240	94	28,5
Acetona	56	770	135	-
Metil	115	165	86	22,7
Acetato	117	174	70	28
Alcohol	108	80	138	23
Butil	171	6	92	32

Nota. Es primordial conocer las características físicas y químicas de los distintos diluyentes que se utilizan al momento de mezclar las pinturas. Tomado de (Felipe, 2013).

2.4.5. Aditivos

Desde el punto de vista de (Felipe, 2013) los aditivos “Son productos que se dosifican en pequeñas cantidades para facilitar el proceso de fabricación de la pintura” es decir que aportan características específicas para el uso como puede ser el periodo de almacenamiento, condiciones del secado, entre otras; los aditivos que más son utilizados en los recubrimientos orgánicos para aeronaves son los antioxidantes, gelificantes, anti moho, antiespumantes y antiadherentes a agentes derivados del petróleo

2.5. Recubrimientos Orgánicos Aeronáuticos

La pintura se considera como el principal recubrimiento orgánico que cubre toda la estructura del avión de agentes externos que se encuentran en el medio ambiente, este recubrimiento tiene como propósito evitar la formación de corrosión, proteger el fuselaje de los rayos ultra violeta, debe soportar bruscos cambios de temperatura y además debe resistir altas velocidades.

Los mejores recubrimientos son considerados por muchos factores que influyen en su propiedades físicas y químicas entre estos deben tener una buena adherencia, una alta durabilidad con el paso del tiempo, debe presentar una buena resistencia física hacia agentes del medio ambiente entre otros factores, también se debe considerar que cuando pintamos una aeronave esta afecta al peso total de la aeronave y por lo tanto representa un mayor consumo de combustible a la hora de volar, por eso es que desde un principio se debe realizar la elección de la pintura correcta ya que es una tarea de mantenimiento que se la realiza en largos intervalos de tiempo.

Figura 8.

“Pintado de Estabilizadores”



Nota. Es importante realizar este tipo de tarea dentro de un taller de pintura donde no existan corrientes de aire. Tomado de (Heliven, 2020).

Una aeronave correctamente pintada resulta limpiar con facilidad las suciedades porque es más sencillo identificarlas a simple vista, además es un buen informante si existen grietas, fisuras, rajaduras o hundimientos en la estructura y en el caso de que exista derrames de gasolina, aceite o líquido hidráulico la pintura no permite que estos fluidos se adhieran fácilmente a la superficie protegiéndola de la formación de corrosión que causan estos fluidos.

Argumentando lo que nos dice (Oñate, 2019) La pintura de las aeronaves, de las piezas y los conjuntos aeronáuticos, es un proceso del sistema de protección superficial de la aeronave contra agentes externos, se debe llevar una serie de operación para llegar a la parte final y el principal propósito de la pintura que es proteger la estructura y el revestimiento de la corrosión o degradación por el medioambiente, además los aviones comerciales hacen uso de las características estéticas de la pintura para resaltar sus diseños, marcas o logotipos de la compañía aérea a la que la aeronave pertenece mientras que la pintura en aviones militares es más destinada para camuflarse con el propósito de disminuir la detección y seguimiento de parte de aviones enemigos.

Figura 9.

“Avión Airbus A319”



Nota Aquí se puede apreciar el primer avión de American Airlines pintado con librea en el año 2014. Tomado de (Aviación al día, 2014)

La pintura de la aeronave consiste normalmente en una capa de imprimación y varias capas del acabado final, la imprimación es la primera capa aplicada en la superficie de la aeronave y cumple dos funciones importantes, la primera es mejorar la resistencia a la corrosión en el material y la segunda es aumentar la adherencia de las capas del acabado final; además distintas clases de pinturas especiales son empleadas sobre diferentes zonas del avión y tienen funciones diversas como son:

- Protección contra la erosión que produce la lluvia.
- Pinturas que están en contacto permanente con combustible.
- Pintura para zonas de altas temperaturas.

La pintura utilizada en la industria aeronáutica se distingue de las demás industrias por tres principales motivos:

- 1) La primera causa se da por el ambiente operacional del avión debido a que al momento de volar este cambia de manera drástica su entorno que estos pueden ser: ártico, marítimo, tropical, desértico, entre otros; debido a estos entornos la temperatura de la superficie varía entre -55 y $+177$ °C (debido al rozamiento de la superficie con el aire a altas velocidades).
- 2) La segunda causa es porque las capas de pintura deben ser suficientemente flexibles ya que se son sometidas constantemente a presurizaciones y despresurizaciones que son esfuerzos mecánicos que afectan directamente a la estructura y la superficie del avión.
- 3) El último, pero no menos importante es por las distintas aleaciones metálicas y de materiales compuestos que se emplean en distintas zonas de la estructura de la aeronave, cabe resaltar que en la actualidad existen aviones fabricados en su mayoría con materiales compuestos y estos no se ven afectados por la corrosión, pero si hay que ser muy cuidadosos porque se degradan al medioambiente con factores como la radiación solar, humedad, granizo, entre otras.

2.6. Procesos previos a pintura en estructuras metálicas

Los tratamientos previos en superficies metálicas pueden ser operaciones de desoxidado o de ataque de la superficie con ácido o bien llamado decapado de pintura (Oñate, 2019). Ya con la estructura libre de corrosión es importante

lavar la superficie con agua y jabón para evitar que se queden impregnados restos de este decapante muy eficaz, es importante asegurarse que no existan depósitos de agua ya que pueden ser principales causantes de corrosión a un futuro, para continuar con los siguientes pasos de este proceso se deben aplicar una película de protección en la superficie de la aeronave.

2.6.1. Cualidades de la película de protección

La película de protección debe cumplir con características como las siguientes:

- Buena adhesión a la superficie.
- Alta resistividad eléctrica.
- Espesor suficiente, es decir mayor espesor de la película es más resistente a la corrosión y resistividad eléctrica.
- Baja difusión de los iones de cloro en el material interno, así como al ingreso de agua.

2.6.2. Clasificación de las películas de protección

a) Películas de barrera o de interposición

Estas se caracterizan por porque se oponen a la formación de la corrosión formando una barrera como su nombre lo indica los tipos de películas de barrera pueden ser: de óxidos anódicos, de películas orgánicas (fabricadas de epoxi o poliuretano) y las inhibidoras (son recubrimientos orgánicos reforzadas con inhibidores de corrosión).

b) Películas de conversión

(Oñate, 2019) asegura que es el tratamiento por el cual la superficie metálica que va a ser protegida con pintura se convierte a un compuesto que tiene las propiedades adecuadas para adherencia de la pintura. Las pinturas de conversión que más son utilizadas en avión son de fabricadas a base de fosfatos

y cromatos. Para poder aplicar esta película se debe mantener la superficie totalmente limpia y como primer paso es aplicar un desengrasante y estos pueden ser: desengrasante en fase vapor; limpieza alcalina con boratos, fosfatos o hidróxidos; chorro de agua caliente mezclado con desengrasante; limpieza con abrasivos.

c) Películas de fosfatos

Estas pueden ser de tres tipos: de hierro, de cromo y zinc debido a su buena inhibición a la corrosión

d) Películas anódicas/ catódica

(Oñate, 2019) indica que es necesario recordar que la película anódica actúa como ánodo en relación con el metal (la película hace de metal de sacrificio), y en el caso de la película catódica, el metal sobre el interno es el más noble es decir más resistente a la corrosión

2.7. Imprimación

Es la película de pintura que brinda dos propiedades importantes a la superficie metálica:

- Protección adicional contra la corrosión.
- Mejorar el enlace entre el metal y la capa final de pintura.

Sosteniendo lo que indica (Oñate, 2019) el contenido de compuestos volátiles (VOC) para imprimaciones utilizadas en aviación está limitado en la actualidad en un máximo de 350g/l. La mayor parte de las zonas y estructuras del avión no son decoradas simplemente llevan una capa de imprimación

2.7.1. Tipos de imprimaciones

En la actualidad podemos encontrar los siguientes tipos de imprimaciones que son:

- Alquílicas.
- Epoxi-poliamida.
- Poliuretanos.

2.7.2. Imprimaciones alquílicas

La más recomendada a utilizar por su excelencia es la de cromato de zinc, es un excelente anticorrosivo en especial cuando existen dos uniones de metales distintos, este compuesto es elevadamente tóxico y en la actualidad se lo está sustituyendo por el cromato de estroncio que es un buen inhibidor de corrosión.

2.7.3. Imprimaciones epoxi-poliamida

Los epoxis son resinas termoestables que se usan como adhesivo, de acuerdo con (Oñate, 2019) esta imprimación es un producto de dos componentes: el epoxi y el catalizador, estos se unen antes de efectuar su aplicación con el fin que estos reaccionen químicamente. Este elemento es de color verde o amarillo verdoso y su inhibidor de corrosión es el anteriormente cromato de estroncio, entre las cualidades de este compuesto resaltan su resistencia a los líquidos hidráulicos y combustibles, además puede recibir cualquier tipo de pintura.

2.7.4. Imprimaciones de poliuretanos

Al igual que las anteriores imprimaciones estas presentan una alta resistencia a la corrosión debido a su agente que es el cromato de estroncio, además resisten a todo tipo de grasas, líquidos hidráulicos y en particular al Skydrol. Este tipo de imprimación son muy utilizadas en las fábricas de aviones europeas y de igual manera al momento de realizar el acabado final.

2.8. Proceso de la pintura aeronáutica

Según (Flores, 2013). “Los sistemas para su aplicación se basa en una serie de procesos, cada uno de estos debe hacerse de la manera adecuada para apegarse a lo que establecen los fabricantes de cada aeronave y los fabricantes de los químicos a usar durante este proceso; no seguir los procedimientos de cada proceso, se traduce como falla de calidad en el trabajo final”. De acuerdo con el autor a la hora de realizar el proceso de aplicación de una nueva capa de pintura se deben seguir todas las tareas que están escritas en el manual del fabricante de la aeronave en caso de que no se cumpla alguna de estas puede afectar en el trabajo final y no obtener el resultado esperado y esto representaría un nuevo gasto económico y volver a empezar desde cero, lo mismo sucede con los compuestos químicos que se usan para mejorar las propiedades de la pintura se deben seguir los pasos que el fabricante recomienda.

Figura 10.

“Taller de Pintura”



Nota. El taller de pintura de la aerolínea iberia lanzo un video mostrando todo el proceso de pintura. Tomado de (Calvo, 2018)

Es importante que se cumplan varios procesos antes de iniciar con el procedimiento de pintado en el avión, estos pueden ser: proceso de inspección, proceso de enmascarado, proceso de aplicación de removedor, proceso de lijado, proceso de lavado, proceso de sellado, proceso de aplicación de primer, proceso de pintado y por último proceso de pintado de letreros.

Esta es una manera generalizada del procedimiento de pintar una aeronave para tener un trabajo de calidad y brinde una garantía de durabilidad; es importante detallar cada proceso que se debe cumplir para comprender un poco más acerca las tareas que se las va aplicar en el avión Fairchild F227 en la Unidad de Gestión de Tecnologías.

Figura 11.

“Avión A320 en proceso de pintura”



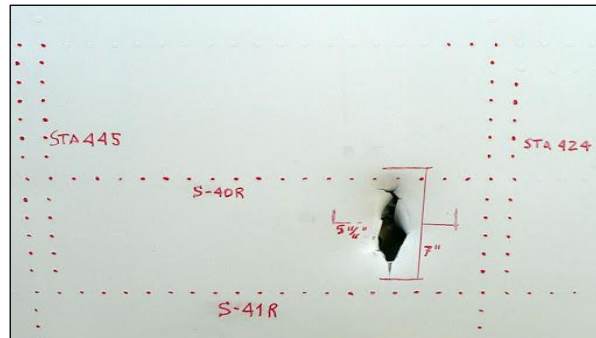
Nota. Iberia es una de las compañías aéreas más importantes del mundo y a lo demostrado con sus distintos talleres de mantenimiento. Tomado de (Calvo, 2018)

2.8.1. Proceso de inspección

Antes de iniciar con el procedimiento de aplicar una nueva capa de pintura a la aeronave es recomendable realizar una inspección visual directa en todas las superficies visibles, de esta manera identificar y realizar un mapeo de las reparaciones estructurales posibles que se le haya realizado a dicho avión, es necesario utilizar manuales de mantenimiento para realizar las acciones correctivas requeridas por el fabricante, en este caso ya que el avión Fairchild FH-227 se encuentra en un lugar descubierto las posibles fallas que podemos encontrar son pequeñas grietas por donde ingresa agua al momento que llueve, pernos o tornillos sueltos, desprendimiento del sellante PRC, entre otras fallas.

Figura 12.

“Mapping en la estructura”



Nota. Los daños como grietas, fisuras o rajaduras se pueden observar a simple vista si es una superficie lisa y uniforme. Tomado de (Recarey, 2012).

De acuerdo con (Flores, 2013). al momento de realizar el proceso de inspección se debe buscar lo siguiente:

- Detección de la hilera de remaches.
- Verificación del estado del Radome.
- Verificar y proteger el sistema Pitot estático.
- Condición de ventanas.
- Condición de las micas de luces.
- Fugas en los tanques de combustible, este es muy corrosivo y afecta a la estructura.
- Tratamiento de cualquier tipo de corrosión que se encuentre en la estructura de la aeronave.

Estas pequeñas tareas son importantes para obtener un trabajo de calidad al momento de finalizar por eso es indispensable asesorarse con personas que cuentan con más experiencia en el pintado de aeronaves, además se debe cumplir con las tareas que el manual de mantenimiento del avión manda a realizar con el propósito de preservar la superficie de la aeronave por mucho más tiempo, por ello contaremos con ayuda de personas capacitadas que nos apoyaran y guiaran en este proyecto.

2.8.2. Proceso de enmascarado

Al momento de realizar el enmascarado es importante recubrir las zonas que no van hacer pintadas ya su función se puede ver afectada por la composición química de la pintura o del removedor de la misma, esta composición puede ingresar o quemar algunas sección que se hayan fabricado con materiales compuestos, se aplicamos directamente en las micas de las ventanas estas se pueden deshacer por lo fuerte que es el químico, también es importante cubrir las llantas si existe algún goteo o derrame que no sea previsto, además debemos cubrir las antenas de comunicación y navegación del avión y el sistema del Pitot estático; tomando en cuenta estas protecciones debemos ser muy cautelosos y cubrir todas las partes innecesarias de pintar para preservarlas.

Figura 13.

“Avión A320 en proceso de enmascarado”



Nota. La pintura de los aviones es considerada con un vestido que pesa más de 100kg. Tomado de (Gomez, 2014).

2.8.3. Proceso de aplicación de removedor

“El proceso de aplicación de este agresivo químico, tiene dos objetivos específicos: remover la mayor área de pintura y reducir el tiempo de la operación de lijado” (Flores, 2013).

Este removedor es considerado como una mercancía peligrosa por lo que debemos ser muy cuidadosos a la hora de manipularlo ya que puede causar quemaduras en la piel de la persona que lo está operando, por eso como norma de seguridad es usar overol adecuado de pintura anti fluidos que cubra totalmente a la persona, en el caso de que no se tenga un traje de estos evitar en todo momento el contacto directo con este químico en caso de algún derrame inmediatamente se debe enjuagar y buscar ayuda médica inmediata, además el almacenamiento de este producto peligroso debe mantenerse en zonas donde no se encuentre en contacto con el sol o no someterlo a cambios bruscos de temperatura ya que pueden reaccionar y explotar en el peor de los casos.

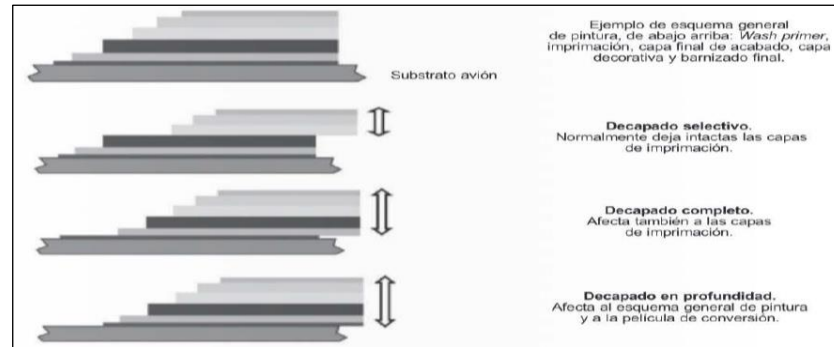
Figura 14.

“Efecto del removedor en la pintura”



Nota. El diluyente o removedor de pintura es muy toxico y si llega a tener contacto con la piel pues causar pequeñas quemaduras. Tomado de (Química universal, 2020).

Después de aplicar este químico en la estructura de una aeronave debemos dejarle un tiempo de actuación para que este haga efecto, pero si dejamos demasiado tiempo que actúe en la superficie este mismo puede causar daños en la protección del aluminio descomponiéndola y debilitando el material también puede contaminar el material afectando al acabado final de la pintura, por eso se deben leer las instrucciones del fabricante de este removedor el cual nos indica el tiempo de actuación adecuado para obtener un mejor efecto.

Figura 15.*“Niveles de decapado”*

Nota. Estos niveles de decapados son referenciales y se debe utilizar de acuerdo a la tarea que se va a realizar, es importante elegir el adecuado y ser cuidadosos con este proceso. Tomado de (Oñate, 2019).

Existen niveles de decapado, para poder definir (Oñate, 2019) indica que se le llama decapado al proceso que permite eliminar la pintura de una o más capas. En la industria aeronáutica podemos encontrar tres tipos de decapados los cuales son los siguientes:

a) Decapado selectivo

Es el primer decapado que se realiza en la superficie y es el encargado de eliminar las capas de barniz y la del acabado final de la superficie dejando intactas la imprimación y la base de la película de pintura, este proceso permite dar un nuevo aspecto externo al avión (Oñate, 2019).

b) Decapado completo

A diferencia del anterior este si afecta directamente a la película de imprimación dejando completamente limpia la superficie y es el decapado apropiado para realizar una inspección estructural en la aeronave.

c) Decapado en profundidad

Este tipo de decapado no es muy utilizado porque este destruye toda la capa de imprimación del esquema general de la pintura y toda la capa de protección del material base, es por ello que no es muy operativo.

2.8.4. Proceso de lijado

Este proceso es uno de los más delicados del procedimiento y se lo debe realizar a conciencia y con mucho cuidado debido a que la estructura del avión está fabricada en su mayoría por aluminio y su espesor no es tan grueso, por eso cuando se ejerce mucha presión al momento de lijar en una zona este metal se debilita y degrada la resistencia estructural, como se sabe la aeronave Fairchild FH-227 no se encuentra aeronavegable y es por esto que de igual manera debemos hacer un gran trabajo y hacerlo con mucho cuidado para evitar que se desgaste el aluminio y esté presente problemas de fatiga estructural después de la aplicación de la pintura, este proceso lo debe realizar una persona con mucha experiencia o estar bajo su supervisión.

Figura 16.

“Proceso de lijado”



Nota. Es necesario usar mascarilla con filtros devino a las pequeñas partículas que se generan pueden causar daños en el sistema respiratorio. Tomado de (Weaver, 2015)

Es importante elegir una lija apropiada para este tipo de tarea por eso se han clasificado las características significativas de las lijas en tres secciones que son:

a) Por su tipo de grano.

- De carburo de silicio es un grano delgado, anguloso, quebradizo, pero no es de mucha durabilidad y es utilizado en metales sólidos.
- De óxido de aluminio es un grano redondo sin aristas, tenaz y de alta durabilidad, es apropiado para el lijado de metales y madera.
- De circonio es un grano muy uniforme, tenaz y de alta durabilidad y es excelente para lijar materiales fabricados de acero inoxidable.

b) Por el número de grano.

Este nos indica el tamaño del disco, este corresponde a las divisiones por pulgada, en cuanto menor sea el número de grano mayor es el tamiz y por lo tanto más basto es el lijado.

c) Soporte.

Es la base sobre la cual se pega el grano, existen 3 tipos:

- Papel (más utilizado y barato).
- Tejido de algodón (más resistente y flexible pero más costoso).
- Fibra (más rígido y más resistente).

d) Aglutinante.

Es la goma o pegamento con el cual se adhiere los granos al soporte, puede ser de resina sintética (más resistente) o cola natural (se utiliza en lijas manuales).

e) Recubrimiento.

Es muy parecido a una cera que su propósito es expulsar el polvo que se genera en el proceso de lijado.

2.8.5. Proceso de lavado

Es un proceso sencillo en cual su propósito es eliminar residuos de polvo, del removedor o de agentes contaminantes que se hayan adherido durante los procesos anteriores, a la hora de empezar a lavar la superficie en la que se ha ido trabajando se debe tomar precauciones alrededor de la aeronave ya que el piso puede ser resbaloso, también se debe dejar libre de impurezas en su totalidad para cuando coloquemos el primer ese se adhiera fácilmente y no exista ningún inconveniente, después de terminar con el lavado de toda la estructura es necesario dejar que se seque en su totalidad antes de avanzar con el siguiente proceso.

Figura 17.

“Limpieza y lavado de la aeronave”



Nota. Es importante eliminar todos los residuos del removedor de pintura para que no existan daños futuros. Tomado de (Weaver, 2015)

2.8.6. Proceso de sellado

Tiene como propósito sellar la piel de aluminio del fuselaje cuando se encuentran dos uniones evitando que ingrese agua u otros fluidos que puedan causar corrosión al ponerse en contacto directo con este metal, también sirve para evitar que el aire salga en las zonas presurizadas del avión, en la aviación se utiliza un sellante muy eficaz que es conocido como PRC, este producto es

considerado como mercancía peligrosa y altamente cancerígena al contacto directo y prolongado por ello se debe tomar distintas precauciones, para elegir el sellante correcto se debe conocer principalmente su tiempo de secado y tiempo de curado.

Tabla 2.

“Tiempos de secado del sellante PRC”

EJEMPLO	NSL										Tiempo de aplicación en horas
	A					B					
	¼	½	1	2	4	¼	½	1	2	4	
Fuselaje	Tanque integral	WS-8020 RC						<5	<12	<26	Tiempo de curado en horas
		NSL 890 RC	5		12			<5	<12	<26	
		NSL I440RC	5		12			<5	<12		
	NSL 1422 RC	5		12			<5	<12			
	Suavidad aerodinámica	WS - 8070						24	48		
		WS-8010						<4	<12		
	Paneles de acceso	NSL I422 RC	5		12			<5	<12		
		WS-870						24	48		
	Presurización	NSL I422 RC	5		12			<5	<12		
	Ventanas	WS-8010						<4	<12		

Nota. Los tiempos de secado varían de acuerdo a la clase de PRC ya que puede ser de clase A o clase B, también el tiempo de curado depende de la zona donde sea aplicada. Tomado de (Arenas, 2015),

Existen distintos tipos de sellantes como son:

- Tipo A es un sellante de viscosidad fina (150-500 poise) diseñado para aplicarse con un brocha o cepillo, se utiliza principalmente en tanques de combustible y otras aplicaciones en el fuselaje de la aeronave.
- Tipo B es un sellante de mayor viscosidad (8000 a 16000 poise) es aplicado por el método de extrusión por medio de una pistola o aplicador, se usa en superficies verticales de bajo asentamiento.

- Tipo C es un sellante de viscosidad media (1000-4000 poise), aplicado por un rodillo y es utilizado en zonas de ensamble.
- Tipo D rellenedor de orificios similar al sellante Tipo B.
- Tipo E y F son selladores pulverizables.

El tiempo de aplicación es el tiempo en horas que dura la mezcla para ser aplicada, esto depende de las proporciones que se haya mezclado el componente A con el componente B, como un ejemplo un sellante de clase B-2 indica que se sellará en dos horas en caso de sellantes que no necesitan ser mezclados no se aplica este tiempo por ejemplo 1/6 tiene un lapso de tiempo de 10 minutos para su aplicación, 1/2 un lapso de treinta minutos y 2 un lapso de ciento veinte minutos

Figura 18.

“Sellante PRC B2”



Nota. El PRC es un producto muy cancerígeno y se debe evitar el con tacto directo con este producto. Tomado de (SkyGeek, 2020).

2.8.7. Proceso de aplicación de primer

De acuerdo con (Flores, 2013) “El proceso de aplicación del primer, tiene como finalidad inhibir la corrosión del metal y actuar con una buena adherencia entre metal y pintura”, este compuesto es la primera capa que se le coloca a la estructura del avión este brinda ciertas propiedades físicas y químicas, como es

de conocimiento la pintura por sí sola no se adhiere completamente a un metal por si sola por ello el primer es el encargado de que la pintura pueda consolidarse, es importante cubrir todas las zonas con este producto.

Figura 19.

“Primer”



Nota. Existen diversos primers pueden ser de color verde o amarillo verdoso. Tomado de (Nervion, 2020).

2.8.8. Wash- Primer

Es un producto compuesto de dos elementos que son: resinas vinílicas y ácido fosfórico, este producto es considerado por especialistas en la pintura como más un tratamiento a la superficie no como una capa más que interviene en el proceso de pintura, sosteniendo lo que indica (Oñate, 2019) su función principal es la de producir una película fina de fuerte adherencia para las sucesivas películas de pinturas que se van a aplicar en la superficie metálica del avión. Este producto es muy popular en los talleres debido a que su ácido en un lapso de 30 minutos forma una película de fosfato en la superficie, siendo esta capa excelente para ser utilizada como base, su aplicación se la debe efectuar en una capa muy fina, además la humedad es fundamental al momento de aplicarla ya que el fosfato que se forma en la estructura absorbe cierta cantidad de agua, si la humedad en el aire no es suficiente ciertas partes del ácido se mantendrán así.

2.8.9. Proceso de aplicación de pintura

Este es el proceso más importante de todos ya que es la capa que va a proteger toda la estructura metálica del avión, las compañías de transporte aéreo optan por pintar sus aeronaves de color blanco porque brinda un menor costo en la adquisición de los materiales, es más rápido de pintar, más barato de mantener, reflejan mejor los rayos ultravioletas, reduce el consumo de combustible, evita que los rayos del sol calienten el interior del avión y el más importante permite encontrar fallas estructurales fácilmente; estos detalles ahorran a la compañía mucho dinero y es por eso que la mayoría de aviones comerciales en el mundo optan por este color.

Figura 20.

“Proceso de aplicación de pintura”



Nota. El blanco es el color más utilizado por los aviones comerciales en la actualidad debido a fines económicos y estéticos. Tomado de (Iberia , 2011).

(Flores, 2013). nos dice que, para conseguir un acabado de alta calidad, se deben tener en cuenta los siguientes factores:

- Temperatura exterior.
- Temperatura de la lámina (aluminio)
- Adecuado pre- tratamiento de la superficie.
- Optima inducción, mezclado y tiempo de reposo antes de su aplicación.
- Tiempo de viscosidad de acuerdo con las especificaciones técnicas.
- Presión y regulación del aire durante su aplicación.
- Técnica del operador y patrón de aplicación entre capas.

2.8.10. Proceso de pintado de letreros

Es el proceso final consiste en colocar el logo de la compañía, la identificación de las puertas de acceso, registros, matrícula, marcas de acceso entre otras, estas especificaciones las podemos encontrar en el ATA 11 del manual de mantenimiento el cual nos indica las medidas de las letras, donde colocar las señales por ejemplo en el ala debemos señalar la zona que esta óptima para poder pisar cuando se realiza una tarea de mantenimiento. En este caso como el avión Fairchild FH-227 perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías solo colocará la matrícula HC-BHD, el logo de la carrera de Mecánica Aeronáutica y los colores distintivos de la carrera.

Figura 21.

“Avión Fairchild FH-227”



Nota. El avión escuela Fairchild FH-227 en las instalaciones del antiguo campus de la Unidad de Gestión de Tecnologías. Tomado de (Hofma, 2015).

2.8.11. Acabado final de la pintura

Después de terminar con el proceso de imprimación lo siguiente es aplicar la capa o capas finales de pintura, a esto se lo conoce como acabado o recubrimiento final, esta es la capa de pintura es la que se puede apreciar a simple vista, para ello existen distintos tipos de pinturas para acabados finales las cuales son:

- Lacas
- Poliuretanos

2.8.12. Lacas

De acuerdo con (Oñate, 2019) este tipo de pinturas se han utilizado en las aeronaves en casi todos los aviones de combate en los años de 1970-1980 y los aviones se pintaban con lacas nitro celulósica que está compuesto de nitrato de celulosa combinado con plastificante.

Su aplicación es muy sencilla y rápida, ya que produce una película homogénea y suave para ser impregnada en la superficie del avión y una constituidas estas se secan por evaporación del disolvente anteriormente mezclado.

2.8.13. Poliuretanos

Este tipo de pintura es el que más se utiliza en la actualidad para muchos aviones comerciales, el acabado produce una capa de pintura estable, estas pinturas presentar una fuerte resistencia a aceites y a fluidos sintéticos, además posee una buena resistencia a los agentes atmosféricos.

(Oñate, 2019) señala que este producto se suministra en dos botes (llamados Base y Catalizador) y deben mezclarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Después de realizar la mezcla es necesario esperar 30 minutos agitando la mezcla varias veces para ajustar su viscosidad, este producto tiene un tiempo para ser aplicado y se mide indirectamente proporcional con la temperatura es decir a mayor temperatura es menor tiempo de vida debido a que el aumento de la temperatura aumenta la velocidad del secado, como norma general el tiempo de la mezcla para ser aplicado a una temperatura de 25°C es de unas 6 horas máximas. Este tipo de pinturas se las debe aplicar sobre imprimaciones netamente de epoxi-poliamida o de poliuretano, estas fueron fabricadas e introducidas a la industria aeronáutica por su resistencia a la radiación ultravioleta, siendo óptimas para el uso en aviones comerciales.

2.9. Pintura en zonas especiales

2.9.1. Bordos de ataque

(Oñate, 2019) indica que “Los bordes de ataque, depósitos de extremos de ala, bordes de los estabilizadores, antenas, entre otras, opcionalmente pueden llevar una protección de elastómero con el fin de proteger la erosión de la lluvia, granizo entre otros agentes que chocan directamente con esas zonas”.

Figura 22.

“Borde de ataque del estabilizador horizontal”



Nota. Es importante no colocar la pintura en el borde de ataque debido a que puede afectar su rendimiento en condiciones de vuelo. Tomado de (Weaver, 2015).

2.9.2. Zonas calientes

La protección de las zonas calientes de la aeronave se divide en tres grupos:

- Zonas de temperatura de trabajo $< 200^{\circ}\text{C}$, en estas zonas están incluidas las salidas de gases de escape y zonas cercanas a los motores; estas deben ser protegidas con pinturas de poliuretano normales
- Zonas de trabajo de 200°C a 600°C , en estas zonas de alta temperatura se deben aplicar pinturas que contengan silicona, de acuerdo a los manuales de mantenimiento de los aviones indican las zonas de riesgo de incendio y los sistemas o equipos en caso de accidente.

- Zonas de aislamiento de fuego, todas estas zonas se utilizan pinturas de intumescentes, que responden al calor esponjándose, creando una barrera protectora.

2.9.3. Zonas antideslizantes

(Oñate, 2019) manifiesta que son las zonas de paso en la superficie de la aeronave que llevan una o varias capas de pinturas antideslizantes. También se emplean en salidas de emergencia y pisos de las bodegas, esta pintura se aplica sobre la superficie ya pintada y son normalmente fabricadas de poliuretano.

2.9.4. Pintura antibacteriana

Este tipo de pinturas se emplean internamente de los tanques de combustible con la finalidad de impedir el crecimiento de los hongos dentro los depósitos, debido a que existe una solución acuosa se crea el ambiente perfecto para que crezcan los hongos.

2.9.5. Pintura en superficies de materiales compuestos del avión

De acuerdo con (Oñate, 2019) la pintura en materiales compuestos debe seguir las mismas normas que en superficies metálicas, sin embargo, existen dos singularidades.

- 1) La primera es que debemos señalarlas superficies fabricadas de material compuesto, debido a que la superficie del material no es completamente lisa debemos rellenar los poros que se forman con el paso del tiempo, estos poros tienen un diámetro aproximado de 0.5mm, la única finalidad de recubrir estos poros es evitar el ingreso de humedad en el material asegurando su vida útil por un largo tiempo.
- 2) Estos materiales sufren diferentes ataques que las superficies metálicas y el que más afecta directamente es la radiación ultravioleta, pero esto no asegura que estén libres de la corrosión debido a que ciertos materiales

compuestos están fabricados por una matriz metálica y obligatoriamente se debe aplicar la protección anticorrosiva como en el resto de las superficies.

2.10. Copa de Zahn

Muchos pintores aeronáuticos debido a su experiencia en esta área de trabajo son capaces de determinar la viscosidad de la pintura deseada solo observado como se escurre sobre la espátula, no obstante se debe utilizar la copa de Zahn, (Oñate, 2019) señala que son recipientes que tienen una taza, normalmente de acero inoxidable, con un orificio calibrado en su base.

Los tipos de copas se refieren al diámetro de su orificio en el fondo de la base siendo:

- El número 1 para fluidos ligeros (orificio de 1,8mm) por ejemplo el agua.
- El numero 5 para fluidos pesados (orificio de 5,3mm) por ejemplo la miel.

Nota: para realizar la medida de viscosidad con precisión la temperatura de la mezcla de la pintura de ser de $(23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ})$.

2.10.1. Uso de la copa de Zahn

(Oñate, 2019) declara que el operador de la copa con la ayuda de un cronómetro listo para empezar a contar sumerge la taza completamente en el líquido a prueba, la saca y mide el tiempo durante el cual hay flujo constante del líquido que sale por el orificio. El tiempo en segundos es medido proporcionalmente a su viscosidad, normalmente varía entre los 8 y los 30 segundos para productos que son usados en los aviones, las copas de Zanh usadas comúnmente en la aviación son de los números 2 y 3.

Un ejemplo; para una copa de Zahn número 3, el tiempo de 28 segundos corresponde a viscosidad cinemática de 200 centistokes (2,0 poises).

Tabla 3.*“Flexografía de la copa de Zahn”*

Número de copa	Tiempo de flujo	Rango de Viscosidad	Sensibilidad de rango medio
PG-VIEZ 1	40 a 60s	10 a 36cS	1.3
PG-VIEZ 2	20 a 60s	19 a 156cS	3.3
PG-VIEZ 3	12 a 60s	64 a 596cS	10.5
PG-VIEZ 4	10 a 60s	79 a 784cS	13.9
PG-VIEZ 5	10 a 60s	161 a 1401cS	24.2

Nota. Esta tabla representa la viscosidad del fluido de acuerdo a los segundos que se demoran en atravesar el orificio de la base de la copa de Zahn. Tomado de (TPM Equipos S.A, 2020)

2.11. Equipos

Es necesario utilizar varios equipos para pulverizar de manera correcta la pintura, debe constar de un suministro de aire a presión que es el encargado de atomizar la pintura en pequeñas gotas, un filtro de aire, un recipiente, una pistola de rociado y un equipo de protección personal.

2.11.1. Suministro de aire

Es el encargado de alimentar a la pistola que es manejada por el pintor, este aire proviene de un grupo de alimentación a presión que ayuda a pulverizar la pintura en pequeñas gotas que van a ser roseadas por toda la superficie del avión, la fuente de alimentación es conocida como compresor y existen dos tipos que es necesario mencionarlos.

2.11.2. Compresor alternativo

Alimenta un depósito de aire para proveer un suministro ininterrumpido de aire hacia la pistola, su cifra aproximada es de $0,8 \text{ m}^3/\text{min}$ y su presión es de aproximadamente unos 6 kg/cm^2 o 0.62 MPa . Está constituido por un regulador de presión, separador de agua, manguera de aire o líneas de aire, filtro de aire, manómetro, entre otros.

Figura 23.*“Compresor Alternativo”*

Nota. Este tipo de compresor a pistón tiene un desempeño óptimo siendo capaz de ininterrumpir el proceso del pintado. Tomado de (Quiminet, 2012).

2.11.3. Compresor giratorio

Es un compresor tipo turbina, existen también pistolas que se empujan con baja presión de aire con el fin de disminuir el exceso de la pulverización, este compresor es el indicado para realizar este trabajo con pistolas de doble flujo de aire, permite realizar un trabajo continuo del pintor sin necesidad de parar y llenar la pintura ya que se usan depósitos externos de esta manera facilitando y optimizando las horas de trabajo.

2.12. Tipos de pistolas de pinturas

(José Luis R, 2020) menciona que la pistola para pintar es una herramienta que funciona a base de una corriente de aire comprimido que atomiza el líquido del contenido en el depósito. El proceso en general empieza con la preparación de la mezcla de pintura, se coloca el fluido en el depósito de pintura y se la prueba roseando un poco sobre un trozo de cartón, de esta manera nos daremos cuenta si el material está muy espeso se añade más disolvente hasta tener la viscosidad deseada. Existen diversas pistolas entre las más importantes tenemos:

- Pistola alimentada por succión.
- Pistola HVLP.

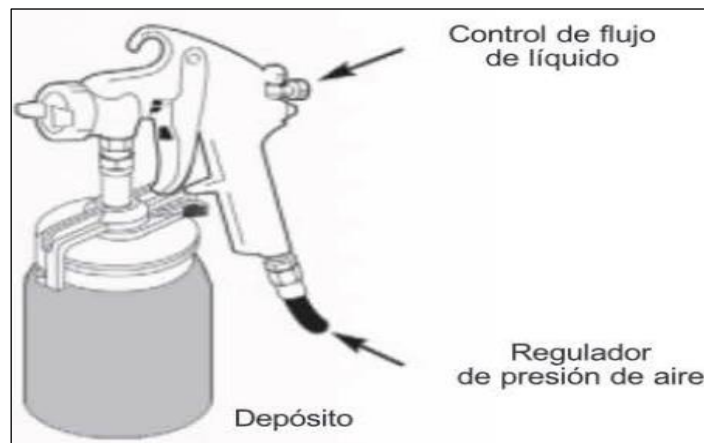
2.12.1. Pistola de alimentación por succión.

(Oñate, 2019) considera a esta pistola como sencilla y clásica que incorpora un contenedor de pintura debajo de la boquilla de la salida de la pistola. El aire de presión regulada es conducido por una manguera que se conecta a la entrada de la pistola, esta pistola se utiliza para cualquier tipo de recubrimiento entre sus cualidades están que brinda un acabado de calidad.

Estas pistolas no se usan en los talleres aeronáuticos, pero es necesario mencionarlas, de igual manera que las pistolas de succión estas otorgan un acabado final de alta calidad, la diferencia de esta pistola es que el depósito de la pintura se encuentra por encima de la misma cayendo el líquido hacia la boquilla.

Figura 24.

“Pistola de alimentación por succión”



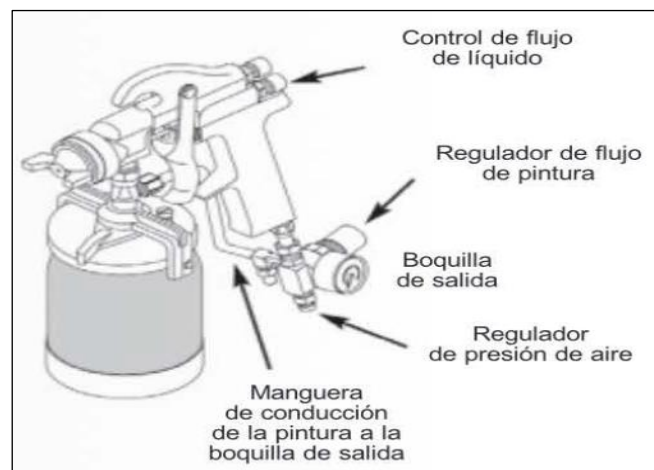
Nota. Esta pistola brinda un acabado de alta calidad, pero su maniobrabilidad se ve afectada por su depósito de pintura. Tomado de (Oñate, 2019).

2.12.2. Pistola de alto volumen y baja presión

Conocida también como pistola HVLP (High Volume Low Pressure) pulveriza la pintura en la boquilla de salida por medio de gran volumen de aire a baja presión. (Oñate, 2019) menciona que estas pistolas son muy apreciadas en la actualidad debido a que se desperdicia menos pintura (se queda impregnado en la superficie el 60 y 80% de la pintura) y el resto es exceso por lo tanto hay menos degradación del medio ambiente al tener que reciclar menor volumen de pintura.

Figura 25.

“Pistola HVLP”



Nota. Este tipo de pistola brinda un acabado más liso y evita el “overspray” ahorrando más pintura a comparación de las demás pistolas. Tomado de (Oñate, 2019)

CAPÍTULO III

3. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. Preliminares

En este capítulo se detallará el procedimiento con el cual se pintará la aeronave Fairchild Hiller FH-227 perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías, de esta manera aseguraremos la preservación por muchos más años a este avión y sobre todo brindaremos un acabado más estético del mismo el cual con el paso de los años su pintura actual se ha ido deteriorando y desgastando.

3.2. Inducción de seguridad industrial

Agradeciéndole a la Universidad de las Fuerzas Armadas Campus Belisario Quevedo, quienes se interesaron y enviaron un inspector de seguridad industrial, el cual estuvo presente en cada momento que se realizó el proceso de pintura de la aeronave brindándonos día a día charlas dinámicas acerca del tema de seguridad.

Figura 26.

“Charla de seguridad industrial”



Nota. Debido al suelo desnivelado donde se encuentra el avión es necesario utilizar todos los equipos de protección personal para evitar accidentes.

3.3. Inducción de Bioseguridad

De la misma manera la Universidad dispuso en su totalidad a un doctor y una ambulancia disponible en caso de algún accidente en el área laboral o debido a algún riesgo biológico como lo es el Covid 19 que afectado a todo el mundo y ha sido obligatorio el uso de mascarilla, no compartir vasos ni cucharas y sobre todo mantener una distancia mínima de 2 metros.

Figura 27.

“Charla de Bioseguridad”



Nota. Esta charla estuvo a cargo del doctor de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE quien estuvo presente todos los días hasta culminar con el trabajo.

3.4. Recibimiento de los materiales de trabajo

Antes de iniciar el proceso de pintura es necesario ordenar todos los materiales que van a ser utilizados, para ello la empresa Pintulac se encargó de abastecernos con materiales tangibles, fungibles, primers, removedores y pintura siendo esta la más importante, después de recibir y asegurarnos que todos los materiales se encuentren completos trasladamos dentro del avión ya que se debe mantener a temperaturas frescas y evitar que tenga contacto con el sol ya que debido a su composición química estos pueden reaccionar causando un incendio.

Figura 28.

“Recibimiento de los materiales de trabajo”



Nota. La empresa Pintulac fue la encargada de proveernos con todos los materiales que se utilizaron para pintar y recubrir al avión.

A continuación, se presentará una tabla con materiales recibidos en ese momento la cual no todos los materiales son nombrados.

Tabla 4.

“Materiales recibidos”

TIPO DE MATERIAL	CANTIDAD	UNIDAD
Envoltura de plástico	6	Unidades
Filtro de carbón activado	8	Unidades
Fondo gris	2	Galones
Lija disco hookit #150	20	Unidades
Lija disco hookit #80	20	Unidades
Masking 24 mm	20	Unidades
Masking de 48mm	20	Unidades
Pintura sintética Wesco Blanco	11	Galones
Pintura Wesco gris	2	Galones
Pintura Wesco lux negro	1	Galones
Removedor Wesco	10	Galones
Thinner laca	6	Canecas
Trajes anti fluidos	3	Unidades
Uniprimer gris	6	Galones

Nota. En esta tabla no se nombran todos los materiales recibidos ya que es tomada como referencia acorde al pedido realizado a la empresa Pintulac.

Elaborado por el autor.

3.5. Delimitación de la zona de trabajo

Debido a la zona de trabajo que se encuentra en un área bastantes desniveles en el suelo procedimos a cerrar la zona para que el ingreso de personas no autorizadas esté prohibido evitando que estas se acerquen y ocasionen algún riesgo al momento de realizar las tareas predestinadas a cada miembro del trabajo, el fin de colocar esta cinta de peligro alrededor es impedir que otras personas estén expuestas aun riegos inminentes.

Figura 29.

“Delimitación de la zona de trabajo”



Nota. En esta zona solo podrá ingresar personal autorizado que este laborando en el avión.

3.6. Enmascado de ventanas y letreros.

Esta tarea trata de recubrir todas las micas de las ventanas de la aeronave Fairchild Hiller FH-227 de esta manera se evita que se adhieran partículas de pintura a las mismas, de esta manera debemos cubrir cada sitio, los lugares que se deben proteger son, ventanas, parabrisas, leyendas, tubos Pitot, puestos dinámicos, antenas, actuadores, motores y puertos de drenaje o sangrado. El procedimiento es sencillo, el cual se deben seguir estos pasos:

- 1) Con la ayuda de la cinta Masking de una pulgada de grosor se debe pegar al filo de la zona que no va a ser pintada.

- 2) Después de colocar la cinta por todo el filo, se debe presionar solo la mitad de la cinta para asegurarla y evitar el desprendimiento.
- 3) Culminando con la otra mitad de la cinta que no está asentada se le coloca periodo junto con un plástico protector siendo estos los que eviten el ingreso de partículas de pinturas.
- 4) Es importante presionar y asegurarse que tanto el papel como el plástico queden completamente firmes y el área totalmente cubierta.

Figura 30.

“Enmascarado de las ventanas del avión”



Nota. La cinta Masking debe ser adherida al filo de la superficie, en caso que esta se sobrepase con la ayuda de un estilete le daremos la forma deseada.

3.7. Decapado de zonas con corrosión

Para colocar una nueva capa de recubrimiento orgánico la tarea de decapado es primordial ya que es la que elimina las capas de pinturas anteriores pintadas en la estructura de la aeronave, pero en este caso debido a la falta de tiempo causado por la pandemia del Covid 19 se decaparon solo ciertas zonas que presentaban corrosión en el empenaje para realizar el tratamiento anticorrosivo, el removedor de pintura es el principal compuesto químico que se utiliza para realizar esta acción, y los cuales se deben seguir los siguientes pasos:

- 1) Como primero debemos delimitar la zona que se va a decapar, esta delimitación se la realiza con cinta Masking y periódico que cubra la zona sobre la zona que no va a ser decapada, puede existir riesgo de que este químico pueda regarse por el resto de la superficie.

Figura 31.

“Delimitación de la zona a decapar”



Nota. Es importante colocar periódico alrededor para evitar que el removedor se riegue por el resto de la superficie.

- 2) Después de delimitar la zona se debe mantenerla libre de impurezas y completamente seca para que el efecto del removedor sea más eficaz, si es posible utilizar agentes limpiadores para tener un mejor resultado a la hora de aplicar este agente.
- 3) Con la ayuda de una brocha empezamos a colocar el removedor en pequeñas cantidades y expandimos por toda la zona delimitada, aquí debemos tener en cuenta las condiciones climáticas ya que cuando esta soleado o nos encontremos a una buena temperatura cálida y no tan fría obtendremos un mejor resultado.

Figura 32.

“Aplicación del removedor”

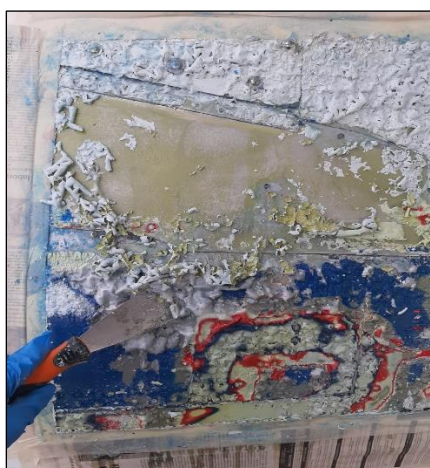


Nota. Ser cautelosos al momento de aplicar este compuesto ya que es muy peligroso si se llega a tener contacto directo con este compuesto.

- 4) Con el removedor colocado y esparcido por la zona debemos dejar que este actúe por una hora dependiendo del clima, después de esperar este lapso de tiempo con la ayuda de una espátula de plástico empezamos a raspar suavemente la pintura y esta se empieza a desprender por si sola debemos desprender toda pintura que sea posible.

Figura 33.

“Actuación del removedor con la pintura”



Nota. Al momento de retirar los residuos de la pintura es importante hacer con una espátula plástica para evitar rayar el metal.

- 5) Como punto final cuando ya se retire toda la pintura es importante lavar la zona con agua y jabón ya que este químico es muy fuerte y puede causar lesiones al operador, también es importante utilizar todo el equipo de protección personal para manipular este compuesto.

Figura 34.

“Proceso final del decapado”



Nota. Así luce la capa de aluminio de la superficie del empenaje del avión Fairchild Hiller FH- 227, como se observa se encuentra en buen estado y esto nos asegura su durabilidad por muchos más años.

3.8. Lijado de la superficie externa del avión

Este procedimiento se lo debe realizar con delicadeza y seguridad, el fin de utilizar este método es que toda la superficie del avión quede totalmente uniforme y de esta manera se desprenden las leyendas que han sido adheridas con pegatinas o algún otro material de este tipo, en este proceso se utilizaron herramientas como lijadoras neumáticas y lijadoras eléctricas, las lijas que se utilizaron fueron de numeración 320 y 180 siendo muy finas evitando que estas causen daños a la superficie metálica del cual es fabricado el avión.

Para tener un buen resultado al momento de lijar se lo debe hacer unidireccional para que de esta manera se sigan las líneas y quede uniformemente, en las zonas que se realizó el decapado se debe ser muy cuidadoso porque se debe lijar solo los filos de la zona delimitada para que de esta manera se pierda el borde y se debe evitar en su totalidad lijar la superficie metálica ya que esta se desgasta y su perduración se verá afectada

Cuando todas las zonas del avión se encuentren lijadas y uniformes es importante lavar el avión con agua para que todas las impurezas y residuos se queden impregnados en la superficie de la aeronave, este paso es preventivo para evitar que la superficie quede grumosa o porosa después de aplicar la película del recubrimiento orgánico.

Figura 35.

“Proceso de lijado”



Nota. Importante no se debe utilizar una lija de numeración baja ya que este causaría daños directos a la superficie metálica del avión,

3.9. Aplicación de primer

Es de suma importancia colocar primer antes de ser pintada cualquier superficie metálica y sobre todo cuando se trata del aluminio ya que en este metal la pintura no se adhiere como se debe, por ello antes de colocar la nueva película de pintura es necesario colocar una capa de primer en la zonas donde esté decapado totalmente, las propiedades que brinda esta base es: inhibidor de corrosión, mejora la adherencia de la pintura, y aumenta la durabilidad de la misma, el procedimiento adecuado es el siguiente:

- 1) Primero mantenemos la zona libre de impurezas, previamente debe ser lavada con agua y jabón y secada al instante de esta manera aseguramos que se adhiera completamente.
- 2) Luego con la ayuda de la pistola de pintura aplicamos sobre el área delimitada de izquierda a derecha lentamente de manera uniforme, el espesor de esta capa no debe ser entre los 0,6 y 0,9 milésimos de pulgada y su tiempo de secado es de 2 horas después de ser aplicada.

Figura 36.

“Aplicación de Primer en el empenaje”



Nota. Se debe aplicar suavemente y de manera uniforme para evitar que se formen gotas o se derrame la pintura.

- 3) Es importante que este primer o fondo se encuentre completamente seco, uniforme y que cubra todas las zonas marcadas antes de ser aplicada la capa de pintura.

3.10. Proceso de pintura

Este es el procedimiento más importante el cual refleja todo el esfuerzo que se ha realizado, en la industria aeronáutica se utilizan pistolas de pintura que pulverizan la misma y de esta manera la pintura se esparce uniformemente hasta adherirse a la superficie, además se aconseja a los pintores rosear la pintura de izquierda a derecha lentamente sin apegarse mucho a la superficie para evitar que se formen gotas y estas se derramen, a continuación se detallarán los pasos para aplicar la pintura en el empenaje:

- 1) Como primero debemos colocarnos el equipo de protección personal que consta de traje anti fluidos especial para pintura, gafas debido a que el viento mueve las partículas de pintura, mascarilla con filtros de carbono que evita que ingresen partículas y gases generados por la pintura y tapones de oído debido al ruido que genera el compresor.
- 2) Después es necesario mezclar la pintura con Thinner en una proporción que la pintura no quede tan aguada, debe quedar un poco viscosa para tener una mejor aplicación, la temperatura o condiciones climáticas son muy importantes en este caso debido a que la pintura trabaja mejor a temperatura ambiente que es aproximadamente 25°C.

Figura 37.

“Preparación de la pintura”



Nota. La pintura no debe quedar muy aguada ya que no se pulverizará de manera correcta, por ello debe quedar un poco viscosa pero no tanto para que no obstruya a los ductos de la pistola.

- 3) Luego nos dirigimos a la zona del empenaje y sin apegarse mucho a la superficie manteniendo la pistola a una distancia de 6 a 10 pulgadas nos preparamos para aplicar la pintura blanca.

Figura 38.

“Proceso de pintado en el empenaje”



Nota. Utilizar todo el equipo de protección ya que las partículas de la pintura pueden taponar las vías respiratorias y ocasionar lesiones graves.

- 4) Es importante saber que la presión de la pistola debe ser de 40 psi de esta manera la pintura se pulveriza y se expande otorgándonos una capa uniforme al momento de su aplicación, es importante mover la mano de izquierda a derecha lentamente asegurándonos que todas las superficies sean cubiertas.
- 5) En la zona de los estabilizadores horizontal y vertical hay que no hay que pintar las superficies de vuelo, en este caso como el avión se encuentra en tierra inoperativo se busca tener un acabado estético por lo cual estas zonas fueron pintadas junto con todo el empenaje.
- 6) Para culminar debemos dejar que la pintura se seque por lo menos 24 horas para poder volver a trabajar en la zona del empenaje.

Figura 39.

“Pintado del estabilizador vertical”



Nota. Debido a la altura del estabilizador se optó por contratar una grúa que nos facilitó el proceso de pintado de esta zona.

3.11. Colocación de leyendas y letreros.

Como procedimiento final se deben colocar las leyendas y placas de nacionalidad de la aeronave, en el empenaje se encuentran adheridas las placas HC – BHD correspondientes al avión, además también todas las señaléticas que se encontraban alrededor de toda la aeronave, a continuación, se detallará el procedimiento:

- 1) Limpiamos la zona donde se van a pegar las placas de nacionalidad.
- 2) Después con la ayuda del plastiglass colocamos sobre la superficie del adhesivo para poder asentarlos a la superficie de manera correcta.
- 3) Una vez asegurada a la superficie cortamos letra por letra y desprendemos la superficie pegable del adhesivo y lo asentamos en la superficie evitando que se formen burbujas de aire y de este procedimiento lo realizamos con cada letra.

Figura 40.

“Avión Fairchild Hiller FH – 227 pintado”



Nota. Este es el resultado final del nuevo recubrimiento orgánico del avión escuela perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías Espe.

3.12. Análisis de costos

En esta parte se detallará el precio incluido el iva de cada material que ha sido utilizado para realizar la tarea de colocar una nueva película de pintura en el empenaje del avión escuela Fairchild Hiller FH- 227 perteneciente a la Unidad de Gestión de Tecnologías, este análisis es elaborado por el autor con el fin de demostrar el gasto total invertido en este proyecto, a continuación se detalla cada análisis en diferentes secciones como son: análisis de costos primarios, análisis de costos secundarios y por último el análisis de costos totales.

3.12.1. Análisis de costos primarios

Tabla 5. “Análisis de costos primarios”

“Análisis de costos primarios”

Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V/U	V/T
17	Adhesivos de matrícula	2	\$ 15,00	\$ 30,00
18	Ahesivo de bandera	2	\$ 10,00	\$ 20,00
16	Alodine	1	\$ 150,00	\$ 150,00
11	Atomix negro mate	1	\$ 13,77	\$ 13,77
12	Brocha nº3 evans	1	\$ 3,89	\$ 3,89
13	Cinta de seguridad	1	\$ 4,50	\$ 4,50
15	Esponja scotch bride	1	\$ 1,00	\$ 1,00
14	Laca de pintura	1	\$ 20,00	\$ 20,00
8	Lija de disco #150	6	\$ 0,24	\$ 1,44
7	Lija de disco #80	6	\$ 0,30	\$ 1,80
1	Mano de obra	2	\$ 500,00	\$ 1.000,00
9	Masking 24mm	3	\$ 1,00	\$ 3,00
6	Pintura sintética color blanco	5	\$ 18,27	\$ 91,35
5	Pintura sintética color negro	1	\$ 18,09	\$ 18,09
2	Plástico 3.66x120 m	1	\$ 30,56	\$ 30,56
3	Removedor wesoco 3.78lt	1	\$ 14,55	\$ 14,55
4	Thinner 18,92 lt	2	\$ 22,94	\$ 45,88
10	Uniprimer gris	1	\$ 21,89	\$ 21,89
Valor total				\$ 1.471,72

Nota. El análisis de costos primarios refleja los materiales más importantes que se utilizarán para el procedimiento de pintado, en estas se incluyen los valores totales de cada material adquirido. Elaborado por el autor.

3.12.2. Análisis de costos secundarios

Tabla 6. “Análisis de costos secundarios”

“Análisis de costos secundarios”

Nº	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	V/U	V/T
2	Alimentación	-	\$ 60,00	\$ 60,00
1	Gastos varios	-	\$ 60,00	\$ 60,00
3	Transporte	-	\$ 60,00	\$ 60,00
VALOR TOTAL				\$ 180,00

Nota. Estos costos secundarios son a diferencia de los primarios los que no se encuentran en el contrato previamente firmado y estos se correrán por cuenta propia. Elaborado por el autor.

3.12.3. Análisis de costos totales

Tabla 7. “Análisis de costos totales”

“Análisis de costos totales”

Nº	DESCRIPCIÓN	V/T
1	Costos primarios	\$ 1.471,72
2	Costos secundarios	\$ 180,00
VALOR TOTAL		\$ 1.651,72

Nota. El costo total refleja el valor exacto que se gastó para recubrir con una nueva capa de pintura al empenaje del avión Fairchild Hiller Fh-227. Elaborado por el autor.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se recolectó información técnica acerca del proceso de decapado y proceso de pintado en los aviones de esta manera reforzando los conocimientos teniendo en cuenta ciertos aspectos que deben ser considerados como la seguridad industrial y bioseguridad al momento de realizar esta tarea de mantenimiento.
- Se decapó la zona del empenaje con la ayuda del removedor de pintura detallando el correcto procedimiento, los equipos utilizados y las medidas de seguridad que se deben tomar al manipular este agente altamente peligroso al contacto con la piel o cualquier parte del cuerpo.
- Se sustituyó la antigua película de pintura del avión Fairchild FH-227 mejorando la estética del mismo, de esta manera se asegura la preservación de la superficie externa del mismo ya que se encuentra en una zona de alta vulnerabilidad debido al contacto directo con el medio ambiente y sufre cambios de temperaturas constantes.

4.2. Recomendaciones

- Delimitar bien las zonas que no se van a pintar y asegurarse de que sean cubiertas en su totalidad debido a que puede quedar algún orificio por el cual las partículas de la pintura ingresen a la zona, si esto sucede rápidamente limpiar antes de que la pintura se seque en su totalidad.
- Al momento de mover las escaleras que nos brindaran más cobertura al momento de realizar el procedimiento de pintado es importante asegurarlas debido a que el suelo donde está ubicado el avión es inestable y es un riesgo inminente que se debe prevenir.
- Utilizar en todo momento el equipo de protección personal, ya que el avión Fairchild Hiller FH-227 es grande y es necesario trabajar en alturas con el arnés y el casco para evitar cualquier caída de material, cabe recalcar que este equipo no nos libraré de lesiones, pero nos ayudará a prevenir que suceda algún accidente a la hora de laborar.

4.3. Glosario de términos

Alabeo: Eje longitudinal, movimiento que realiza el avión alrededor de este eje.

Cabeceo: Eje lateral, movimiento que realiza el avión alrededor de este eje se denomina cabeceo.

Guiñada: Es el movimiento que realiza el avión alrededor del eje vertical.

Timón de dirección: El timón direccional esta habitualmente dispuesto hacia la aleta o estabilizador vertical, permitiendo al piloto controlar los movimientos de guiñada sobre el eje vertical.

Timón de profundidad: Es una superficie estabilizadora, por lo general situado en la parte trasera de una aeronave, que controla la orientación de la aeronave cambiando el cabeceo, y también el ángulo de ataque del ala.

Estela: Son áreas de condensación que se originan por detrás de los escapes de las turbinas y que forman cirros artificiales, a veces llamadas estelas de vapor.

Aeronave: Es cualquier vehículo capaz de navegar por el aire o en general, por la atmosfera de un planeta.

Homogeneidad: Homogéneo es aquello que pertenece o que está relacionado a un mismo género.

Gelificantes: Sustancias con la capacidad de crear geles, compuesto por dos fases (sólido – líquido) cuya densidad es similar a la de un líquido.

Librea: Acción de homenajear a diseños retros en diseños modernos combinándolos en aviones de alguna compañía aérea.

Adhesión: Es la propiedad de la materia por la cual se unen y plasman dos superficies de sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto.

Anódica: El ánodo es un electrodo en el que se produce una reacción de oxidación, mediante la cual un material, al perder electrones, incrementa su estado de oxidación.

Catódica: Es una técnica para controlar la corrosión galvánica de una superficie de metal convirtiéndola en el cátodo de una celda electroquímica.

Imprimación: Es el proceso por el cual se prepara una superficie para un posterior pintado.

Epoxi: Referencia a cualquier componente al tiempo de curado en las llamadas resinas.

Enmascarado: Acción de recubrir con cinta las aéreas de una zona en específica que va a ser pintada o a su vez que va a proteger para cubrir esta superficie de este recubrimiento.

Tubo Pitot: Se utiliza para calcular la presión total, también denominada presión de estancamiento, presión remanente o presión de remanso.

Catalizador: Es una sustancia, simple o compuesta, que aumenta o reduce la velocidad de una reacción química.

Poliamida: Es un compuesto químico orgánico formado mediante una reacción química que le confiere un elevado punto de fusión.

Wash Primer: Actúa como capa para generar adherencia sobre las superficies metálicas no ferrosas.

4.4. Abreviaturas

ATA: Asociación de transporte Aéreo.

AMM: Aircraft Maintenance Manual..

HVLP: High Volume Low Pressure.

EPP: Equipo de protección personal.

SRM: Structural Repair Manual.

DGAC: Dirección General de Aviación Civil.

MM: Milímetros.

CPCP: Control Prevention Corrosion Manual.

PSI: Pounds Force Per Squard Inch.

MEK: Metil Etil Kethona.

UGT: Unidad de Gestión de Tecnologías.

4.5. Referencias Bibliográficas

- Arenas, J. M. (2015). *Ingeniería y estructuras aeronáuticas*. Obtenido de <https://www.josemiguelatehortua.com/practicas-estandar/seleccion-de-los-sellantes-de-aviacion/>
- Aviación al día. (Enero de 2014). *Aviación al Día*. Obtenido de <https://aviacionaldia.com/2014/01/entra-en-servicio-el-primer-avion-de-us-airways-pintado-con-librea-de-american-airlines.html>
- Calvo, L. (4 de Abril de 2018). *Flynews*. Obtenido de <https://fly-news.es/aviacion-comercial/aerolineas/airbus-pinta-primer-a320neo-iberia/>
- Felipe, J. V. (2013). *Pinturas, Barnices y Afines*. Madrid.
- Flores, J. (13 de 11 de 2013). *Recubrimientos Orgánicos*. Obtenido de <http://pinturaingenieriaaeronautica.blogspot.com/>
- Gomez, B. (2 de Mayo de 2014). *El Diario*. Obtenido de https://www.eldiario.es/politica/pintura-avion-vestido-kilos_132_4904339.html
- Heliven. (2020). *Helivén Ingenieros* . Obtenido de <http://www.heliven.es/pintura/>
- Hofma, S. (19 de Diciembre de 2015). *Jetphotos*. Obtenido de <https://www.jetphotos.com/registration/HC-BHD>
- Iberia . (17 de Enero de 2011). *Me gusta Volar* . Obtenido de <https://megustavolar.iberia.com/2011/01/iberia-da-color-en-su-hangar-7/>
- Ishkanian, R. M. (Octubre de 2016). *Aerodeporte*. Obtenido de <https://aerodeporte.blogspot.com/2016/10/ejes-del-avion-y-superficies-de-control.html>
- Ligio, D. (11 de Agosto de 2020). *Curso básico de seguridad*. Obtenido de <https://www.drligio.com/cursos-online/curso-b%C3%A1sico-de-seguridad-en->

plataformas-y-barcazas/curso-b%C3%A1sico-de-seguridad-en-plataformas-y-barcazas-2/

Mundo Aeronáutico. (2007). *Mundo Aeronáutico EWM*. Obtenido de

<http://www.alasewm.com.ar/ewmpenaje.htm>

Navarro, M. A. (2013). *Manual del Vuelo* . Obtenido de

https://www.manualvuelo.es/1pbav/14_avion.html

Nervion. (2020). *Pinturas Nervion* . Obtenido de

http://www.nervion.com.mx/web/info_comercial/J140100DP.php

Oñate, A. E. (2019). *Conocimientos del Avión* . Asturias: Paraninfo.

Quimica universal. (2020). *Quimica universal*. Obtenido de

<https://quimicauniversal.cl/www/productos/removedor-de-pintura/>

Quiminet. (15 de Febrero de 2012). *Quiminet*. Obtenido de

<https://www.quiminet.com/articulos/los-compresores-de-piston-y-sus-ventajas-2681333.htm>

R, J. L. (2020). *Como funciona*. Obtenido de <https://como-funciona.co/una-pistola-para-pintar/>

Recarey, I. B. (2012). *Hispanaviación* . Obtenido de <http://www.hispaviacion.es/danos-producidos-a-una-aeronave-2/>

SkyGeek. (2020). *SkyGeek*. Obtenido de <https://www.skygeek.com/prc-desoto-ps-890b2-sealant-pint.html>

TPM Equipos S.A. (2020). *Equipos de medición para recubrimiento, pintura y tintas*. Obtenido de https://tpmequipos.com/937717_492-Medidor-de-Viscosidad-de-Tinta--VIEZ.html

Weaver, M. (24 de Noviembre de 2015). *Alamy*. Obtenido de

<https://www.alamy.es/aerotecnico-melissa-weaver-3-escuadron-de-mantenimiento-de-aviones-mantenimiento-estructural-aprendiz-de-vuelo-y-senior-airman-kurtis-steinecke-journeyman-arena-el-ala-de-un-kd2r5-shelduck-de-adiestramiento-basico-de-drone-en-hangar-2>

ANEXOS