



# ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS  
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**UNIDAD DE GESTIÓN DE  TECNOLOGÍAS**

**DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y  
MECÁNICA**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN  
AVIONES**

**TRABAJO DE TITULACIÓN, PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL  
TÍTULO DE TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA  
MENCIÓN AVIONES**

**TEMA: “PINTADO DEL AVIÓN MIRAGE M50 EV FAE 1054  
UBICADO EN LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS  
ARMADAS-ESPE, CAMPUS BELISARIO QUEVEDO”.**

**AUTOR: PROAÑO SHIGUANGO PAULO ANTONY**

**DIRECTORA: TLGA. SAMANTHA ZABALA**

**LATACUNGA**

**2016**



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

### **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el trabajo de titulación, **“PINTADO DEL AVIÓN MIRAGE M50 EV FAE 1054 UBICADO EN LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE, CAMPUS BELISARIO QUEVEDO”** realizado por el señor **PROAÑO SHIGUANGO PAULO ANTONY** ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo cumple con los requisitos teóricos, científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señor **PROAÑO SHIGUANGO PAULO ANTONY** para que lo sustente públicamente.

**Latacunga, Agosto del 2016**

Tlga. Samantha Zabala

DIRECTORA



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

**AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD**

Yo, **PROAÑO SHIGUANGO PAULO ANTONY**, con cédula de identidad N° **050325318 - 9**, declaro que este trabajo de titulación **“PINTADO DEL AVIÓN MIRAGE M50 EV FAE 1054 UBICADO EN LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE, CAMPUS BELISARIO QUEVEDO”** ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas. Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

**Latacunga, Agosto 2016**

**PROAÑO SHIGUANGO PAULO ANTONY  
C.C. 050325318-9**



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

**AUTORIZACIÓN**

Yo, **PROAÑO SHIGUANGO PAULO ANTONY**, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución la presente trabajo de titulación **“PINTADO DEL AVIÓN MIRAGE M50 EV FAE 1054 UBICADO EN LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE, CAMPUS BELISARIO QUEVEDO”** cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

**Latacunga, Agosto 2016**

**PROAÑO SHIGUANGO PAULO ANTONY**  
C.C. 050325318-9

## **DEDICATORIA**

A Dios por darme salud y fuerza de voluntad, a mis padres tan maravillosos, “Flavio Proaño y Lasteña Shiguango” ya que han sido el pilar fundamental que me sostiene para conseguir mis metas, sin su sacrificio apoyo incondicional, consejos sabios y oportunos no hubiese podido culminar mi carrera. De igual manera a toda mi familia que me apoya moral y físicamente para que yo pueda cumplir un paso más en la vida.

## **AGRADECIMIENTO**

Mis más sincero agradecimiento a la Unidad De Gestión De Tecnologías De ESPE que me brindo un cupo para continuar con mis estudios. A mi director de tesis la Tlga. Samantha Zabala ya que con sus conocimientos y esfuerzo me está guiando para el desarrollo mi proyecto. También agradezco a mis profesores porque ellos fueron los que impartieron sus conocimientos en nosotros durante el periodo de nuestra formación en la Universidad. Agradezco a mis padres y familiares porque ellos están ahí cuando los necesito, por darme el apoyo para culminar con mi proyecto de titulación.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>CERTIFICACIÓN</b> .....	ii
<b>AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD</b> .....	iii
<b>AUTORIZACIÓN</b> .....	iv
<b>DEDICATORIA</b> .....	v
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vi
<b>INDICE DE CONTENIDOS</b> .....	vii
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....	xi
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....	xiii
<b>RESUMEN</b> .....	xiv
<b>ABSTRACT</b> .....	xv
<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.....	3
1.4 OBJETIVOS:.....	4
1.4.1 General.....	4
1.4.2 Específicos.....	4
1.5 ALCANCE.....	4
<b>CAPÍTULO II</b> .....	5
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	5
2.1 HISTORIA DEL AVIÓN MIRAGE.....	5
2.2 PINTURA AERONÁUTICA.....	7
2.2.1 Generalidades.....	7
2.2.2 Definición.....	7
2.3 COMPOSICIÓN DE LAS PINTURAS.....	8
2.3.1 Pigmentos.....	9
2.3.2 Vehículo.....	10

2.3.3 Aditivos .....	10
2.3.4 Disolventes .....	11
2.4 TIPOS DE PINTURAS POLIURETANOS .....	12
2.4.1 Hardprime .....	12
2.4.2 Poliurecoat .....	12
2.4.3 Poliuresol .....	14
2.4.4 Poliuresol marine .....	14
2.4.5 Poliurecar AB .....	15
2.4.6 Polyner 75 .....	16
2.4.7 Polyner jet .....	16
2.5 ACELERANTES .....	17
2.5.1 Tipos de Acelerantes .....	17
2.6 CLASIFICACIÓN DE LA PINTURA EN SECADO .....	18
2.7 PROCESO DE PINTURA .....	19
2.8 PREPARADO DE PINTURA .....	19
2.9 APLICACIÓN DEL PINTADO .....	21
2.10 TÉCNICAS DE PINTADO .....	22
2.11 SOPLETES DE APLICACIÓN DE PINTURA .....	23
2.11.1 Partes de un soplete de pintura .....	24
2.11.2 Soplete con sistema H.V.L.P. ....	24
2.11.3 Soplete con sistema L.V.L.P. ....	25
2.12 MATERIALES UTILIZADOS .....	26
2.12.1 Compresor .....	26
2.12.2 Lijadoras .....	27
2.12.3 Lijas .....	27
2.12.4 Extensión Neumática .....	28
2.12.5 Extensión Eléctrica .....	28
2.12.6 Soplete de Pintura .....	29
2.12.7 Pincel .....	29
2.12.8 Escalera .....	30
2.13 EQUIPOS DE PROTECCIÓN .....	31



<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>34</b>
<b>DESARROLLO DEL TEMA.....</b>	<b>34</b>
3.1 PRELIMINARES .....	35
3.2 MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA EN EL AVIÓN MIRAGE M50 EV .....	36
3.2.1 Materiales utilizados: .....	36
3.2.2 Equipos utilizados: .....	37
3.2.3 Equipo de protección personal especial para la aplicación de pintura. 37	
3.3 PREPARACIÓN DE LA AERONAVE ANTES DE APLICACIÓN DE LA PINTURA .....	38
3.3.1 Enmascarado del avión MIRAGE M50 EV.....	38
3.4 APLICACIÓN DE PRIMER O FONDO.....	40
3.4.1 Aplicación del fondo del avión MIRAGE M50EV en la parte del empenaje. ....	41
3.4.2 Aplicación del fondo del avión MIRAGE M50 EV en la parte del fuselaje. ....	42
3.4.3 Aplicación del fondo del avión MIRAGE M50 EV en la parte de las alas. ....	43
3.4.4 Aplicación del fondo del avión MIRAGE M50 EV en la parte de los trenes de aterrizaje. ....	43
3.5 PINTADO DEL AVIÓN MIRAGE M50 EV .....	45
3.5.1 Preparación de la pintura .....	45
3.5.2 Acabado de la pintura en el empenaje.....	45
3.5.4 Acabado de la pintura en las alas. ....	46
3.5.3 Acabado de la pintura en el fuselaje. ....	47
3.5.5 Acabado de la pintura en los trenes de aterrizaje. ....	48
3.5.6 Para cada proceso se tomó en cuenta lo siguiente: .....	49
3.6 SEÑALETICA DEL AVIÓN MIRAGE M50 EV.....	50
3.8 INSPECCION FINAL .....	51
3.9 DIAGRAMAS DE PROCESOS .....	52
3.9.1 Diagrama de procesos – Aplicación de pintura de acabado .....	54
3.10 ANÁLISIS ECONÓMICO. ....	55

<b>CAPÍTULO IV</b> .....	56
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	56
4.1 CONCLUSIONES .....	56
4.2 RECOMENDACIONES .....	57
<b>GLOSARIO</b> .....	58
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	60
<b>ANEXOS</b> .....	62

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Avión Mirage .....	6
<b>Figura 2</b> Hardprime .....	12
<b>Figura 3</b> Poliurecoat .....	13
<b>Figura 4</b> Poliuresol .....	14
<b>Figura 5</b> Poliuresol marine .....	15
<b>Figura 6</b> Poliurecar AB .....	16
<b>Figura 7</b> Polyner 75 .....	16
<b>Figura 8</b> Polyner Jet .....	17
<b>Figura 9</b> Tipos de sopletes .....	23
<b>Figura 10</b> Partes del soplete .....	24
<b>Figura 11</b> Soplete con el sistema (H. V. L. P.) .....	25
<b>Figura 12</b> Soplete con el sistema (L.V.L.P.) .....	26
<b>Figura 13</b> Compresor .....	27
<b>Figura 14</b> Lijadora .....	27
<b>Figura 15</b> Lijas .....	28
<b>Figura 16</b> Extensión Neumática .....	28
<b>Figura 17</b> Extensión Eléctrica .....	29
<b>Figura 18</b> Soplete de Pintura .....	29
<b>Figura 19</b> Pincel .....	30
<b>Figura 20</b> Escalera .....	30
<b>Figura 21</b> Mascarilla con filtros orgánicos .....	31
<b>Figura 22</b> Mascarilla contra polvos .....	31
<b>Figura 23</b> Gafas protectoras .....	32
<b>Figura 24</b> Guantes protectores .....	32
<b>Figura 25</b> Overoles de protección .....	32
<b>Figura 26</b> Zapatos de seguridad .....	33
<b>Figura 27</b> Aeronave MIRAGE antes de ser pintada .....	35
<b>Figura 28</b> Verificación de la pintura .....	37
<b>Figura 29</b> Aeronave enmascarada totalmente. ....	39
<b>Figura 30</b> Preparación de la pintura blanca para el fondo .....	40

<b>Figura 31</b>	Aplicación finalizada del fondo en el empenaje .....	41
<b>Figura 32</b>	Aplicación finalizada del fondo en el empenaje .....	42
<b>Figura 33</b>	Finalización del fondo en las alas .....	43
<b>Figura 34</b>	Aplicación de fondo en los trenes de aterrizaje.....	44
<b>Figura 35</b>	Acabado del pintado en el empenaje .....	46
<b>Figura 37</b>	Acabado del pintado en las alas .....	47
<b>Figura 36</b>	Acabado del pintado en el fuselaje .....	48
<b>Figura 38</b>	Acabado del pintado en los trenes de aterrizaje .....	49
<b>Figura 39</b>	Aeronave aplicada la primera capa.....	50
<b>Figura 40</b>	Aeronave finalizada con todas las capas respectivas .....	50
<b>Figura 41</b>	Señalética de identificación del avión. ....	51
<b>Figura 42</b>	Aeronave lista para ser entregada .....	52
<b>Figura 43</b>	Diagrama de procesos .....	54

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Características principales de la aeronave .....	6
<b>Tabla 2:</b> Composición de las pinturas .....	9
<b>Tabla 3:</b> Secado de la pintura.....	18
<b>Tabla 4:</b> Valores del soplete H.V.L.P.....	25
<b>Tabla 5:</b> Valores del soplete L.V.L.P .....	26
<b>Tabla 6:</b> Materiales de equipo y herramienta .....	40
<b>Tabla 7:</b> Materiales de equipo y herramienta .....	41
<b>Tabla 8:</b> Materiales de equipo y herramienta .....	42
<b>Tabla 9:</b> Materiales equipo y herramienta .....	43
<b>Tabla 10:</b> Materiales equipo y herramientas .....	44
<b>Tabla 11:</b> Simbología del diagrama de procesos .....	53
<b>Tabla 12:</b> Análisis económico.....	55

## **RESUMEN**

El proyecto de titulación es un procedimiento de pintura aeronáutica en el avión MIRAGE M50 EV FAE 1054, el cual es muy importante ya que permite conocer el proceso de pintado de esta aeronave, así como también las herramientas y los recursos necesarios utilizados para la realización de las distintas actividades de pintura lo cual conlleva a obtener un mejoramiento del aspecto físico del avión, el propósito es evitar trazas de corrosión en las superficies aeronáuticas de la aeronave, de este modo los estudiantes de la universidad podrán apreciar al avión en un estado de aspecto físico agradable sin deterioro, envejecimiento ni casos de corrosión. Se ejecutó mediante la investigación de los procedimientos ordenados y así concluir en un buen acabado de pintado, iniciando con el decapado, tratamiento anticorrosivo y mediante la aplicación de los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera de mecánica aeronáutica. Finalmente cabe resaltar que el proyecto se lo realizó con mucho esfuerzo, dedicación, logrando así éxito en el mismo, proporcionando de esta manera una aeronave de aspecto estructural positivo de acabados para que la universidad de las fuerzas armadas pueda promocionar de mejor manera sus diferentes carreras aeronáuticas, además de destacar a profesionales con alto nivel académico capaces de defenderse en un mundo competitivo versátil.

### **PALABRAS CLAVES**

- **AERONAVE**
- **AERONÁUTICA**
- **PINTURA**
- **PROYECTO**

## **ABSTRACT**

This final project is related to a painting aeronautic procedure in MIRAGE M50 EV FAE 1054 aircraft which is very important in order to know the painting process of its aircraft as well as tools and necessary resources used to make the different painting activities which leads to get an improvement on the physical aspect of the plane. The purpose is to avoid traces of corrosion in the aeronautical aircraft surfaces. Thus, the university students will appreciate the aircraft in a nice physical appearance without deterioration, ageing and corrosion cases. The project was done through the investigation of the ordered procedures and in that way it concluded with a good painting, starting with pickling, rustproofing and by applying the acquired knowledge of aeronautic mechanic career. Finally, it is important to mention that the project was done with a lot of effort, dedication, and ensuring success in itself. Thus, it provides an aircraft with a final positive structural aspect to the Armed Forces University which can promote its aeronautical careers in a better way and also highlighting professionals with high academic standards able to defend themselves in this versatile world.

### **KEY WORDS**

- **AIRCRAFT**
- **AERONAUTICS**
- **PAINTING**
- **PROJECT**

Lic. Diego Granja P  
JEFE.SECC. DPTO. LENGUAS UGT

# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

**TEMA: “PINTADO DEL AVIÓN MIRAGE M50 EV FAE 1054 UBICADO EN LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE, CAMPUS BELISARIO QUEVEDO”**

### **1.1 ANTECEDENTES**

En 1978, las Fuerzas Armadas del Ecuador tomo la decisión de adquirir una flota de aeronaves de combate, entre ellas el MIRAGE M50 EV que cumplan con el rol de interceptor, los cuales fueron probados en combate para la “defensa” del espacio Aéreo y “porque la tecnología de aviación de estos aparatos no está acorde con los adelantos en la materia” fueron dados de baja, en el año 2010.

Se obtiene una cita de trabajo relacionado con el tema del Señor Ñato Chiguano Jairo Ernesto, año 2012, Tema “Pintado de la Estructura exterior y señalética del avión FARCHAIR FH-227J HC-VHD.

Conclusión: La pintura y señalética del Avión FARCHAIR FH-227J HC-VHD se realizó mediante la recopilación de información y el uso adecuado de herramientas y equipos sin deteriorar componentes adyacentes para evitar la corrosión del avión. Resultados: Los estudiantes practicaron el mantenimiento en el avión.

Se obtiene una cita de trabajo relacionado con el tema del señor Solaegui Nebrat José Francisco, año 2010, Tema “Análisis y optimización del proceso de Pintado de un Bombardier CRJ- 200” Conclusión: El Contrato de servicios para los CRJ200, demandó al taller desarrollar varias aéreas importantes por el tipo y número de aeronaves a pintar y un mayor control de calidad en diversos procesos. Resultados: Cada una de ellas mostraba necesidades inmediatas a resolver y que fueron desarrolladas en conjunto con el área de calidad y pintura.



En la ciudad de la Latacunga, se encuentra la UNIDAD DE GESTIÓN DE TEGNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS-ESPE, La Unidad de Gestión de Tecnologías de la Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE) realizó la gestión para que la aeronave fuera trasladada a la Institución y sirva como elemento de presentación para la Universidad lo cual se encontraba en pésimas condiciones ya que era un elemento que estaba dado de baja y requería de un buen mantenimiento para su exposición.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

La UNIDAD DE GESTIÓN DE TEGNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS- ESPE, se encuentra ubicado en la Provincia de Cotopaxi, ciudad de Latacunga, la cual tiene como función principal formar profesionales en sus diferentes carreras aeronáuticas, para llevar a cabo todas sus actividades cuentan con la infraestructura adecuada y aprobada por la Dirección General de Aviación Civil, la cual le otorga la certificación de la Unidad con aulas para la formación teórica, una biblioteca técnica, laboratorios dotados de las herramientas que se encuentran en la Unidad.

En la actualidad la UNIDAD DE GESTIÓN DE TEGNOLOGÍAS DE LA UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS- ESPE cuenta con una aeronave militar MIRAGE M50 EV FAE 1054, al momento tiene una condición física muy desgastada por el término de su vida útil, además se encuentra a la intemperie fuera de un hangar, lo que ocasiona que las condiciones climáticas perjudiquen el aspecto físico de la aeronave y pueda dañar su material por corrosión, dicha aeronave necesita una rehabilitación de pintura para prevenir ciertos daños al material y prevenir la corrosión.

Es así que se requiriere dar una mejor imagen a la aeronave para utilizar como monumento de la Institución, de tal manera que los estudiantes tengan una motivación de las carreras aeronáuticas que existe en la Facultad, por tal razón se propone efectuar el proceso de pintado a fin de

preservar la estructura exterior y evitar la formación de la corrosión para que así la escuela posea una aeronave en óptimas condiciones.

El proceso de pintura de un avión es delicado porque no se utiliza las pinturas comunes que existen ya que éstas no cumplen con los parámetros del material de la aeronave y esto podría dañarse más rápidamente, para esto también se realizan diferentes tratamientos a la aeronave para que esta pintura no deteriore muy rápidamente con las condiciones climáticas. Teniendo en cuenta que la pintura externa y la pintura interna no son las mismas en las condiciones del material.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA.**

Con la culminación del procedimiento de pintura de la estructura tanto externa como interna de la aeronave MIRAGE M50 EV FAE 1054 va a permitir que la Universidad tenga una aeronave como monumento teniendo en cuenta que así puede promocionar mejor sus carreras aeronáuticas que se encuentran dentro de la misma.

La aeronave MIRAGE tiene que estar en las condiciones óptimas, cumpliendo con los requerimientos establecidos, obligatorios de la forma más cuidadosa posible, para tener a la misma en un estado de condición física aceptable. Por este motivo es importante conocer los procesos de pintura en la aeronave porque cumple tres funciones significativas como son Protege a la aeronave contra la corrosión. Señaliza los elementos sensibles en la superficie del avión. Crea una imagen del perfil corporativo de la Institución.

Se propone desarrollar el proyecto de pintado de la aeronave antes mencionada, no solo para que mejore estéticamente su apariencia sino preserve su estructura de efectos perjudiciales que se puedan desencadenar por la presencia de los diferentes tipos de corrosión con los procedimientos adecuados.

## **1.4 OBJETIVOS:**

### **1.4.1 General**

Aplicar la pintura en el avión MIRAGE M50 EV FAE 1054 de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE, mediante los procedimientos técnicos para que mejore estéticamente su apariencia y preserve su estructura.

### **1.4.2 Específicos**

- Recopilar información técnica referente a la aplicación de pintura para el MIRAGE M50 EV FAE 1054.
- Establecer los procedimientos técnicos, equipos, herramientas y materiales requeridos para el acabado de la aeronave.
- Aplicar el proceso de pintado de acuerdo a los procedimientos establecidos en el manual de aplicación de pintura.

## **1.5 ALCANCE**

Este proyecto tiene como objetivo cumplir con los acabados de la aeronave MIRAGE mediante la aplicación de pintura aeronáutica siguiendo los procedimientos en el orden adecuado, para de este modo proteger y conservar a la aeronave de todos estos factores que contribuyen a su deterioro en su estructura evitando así la presencia de grietas, corrosión rajaduras, arrugas en la piel.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 HISTORIA DEL AVIÓN MIRAGE**

Es un avión supersónico a finales de los años ochenta se tomó la decisión de la modernización total de los Mirage venezolanos para la conversión de los tipos III EV y 5 V al más avanzado Mirage 50, con nuevos sistemas de navegación, control de tiro y ataque, así como también, cambios en la aerodinámica y la planta motriz. Al avión se le agregaron unas nuevas aletas justo detrás de la cabina, mejorando con estas, las prestaciones de maniobrabilidad de la aeronave a alta y baja cota. Por otra parte, el motor fue cambiado por el ATAR 9K-50, siendo este una versión más potente en comparación con la antigua planta motriz, con la ventaja adicional de menor consumo de combustible. Como nuevo aditamento, los Mirage poseen una sonda de reabastecimiento de combustible, lo que les confiere una mayor capacidad de vuelo.

Al mismo tiempo, fueron puestos al día los sistemas de iluminación nocturna y de transmisión de datos, además, cuenta al igual que el F-16 el sistema de comando HOTAS (Hand onThrottle and Stick), mano en el acelerador y en la palanca de mando, permitiendo en combinación con un nuevo monitor de información sobre la cabina HUD (Head Up Display) que el piloto maniobre y elija las armas, más indicadas para el combate, sin dejar de prestar atención al objetivo. Se le incorporó el radar CSF Cyrano IV (utilizado por el Mirage F-1) de mayores prestaciones, en comparación con el Cyrano IIB y también sistemas para ECM (ElectronicCounterMessure) o guerra electrónica. (PEREZ, 1978)



**Figura 1** Avión Mirage  
**Fuente:** (TAYLOR, 1084)

**Tabla 1**  
**Características principales de la aeronave**

<b>Modelo</b>	MIRAGE
<b>Fabricación</b>	Francesa
<b>Peso máximo</b>	13.700 kg
<b>Peso al vacío</b>	7.150 Kg
<b>Velocidad máxima</b>	2.350 Km/h
<b>Altura máxima</b>	59.055Pies
<b>Capacidad máxima</b>	1 Persona
<b>Velocidad crucero</b>	956 km/h 594 MPH

**Fuente:** (TAYLOR, 1084)

## **2.2 PINTURA AERONÁUTICA**

### **2.2.1 Generalidades**

Las pinturas como bien sabemos es un producto que hoy por hoy es de uso diario en todos los ámbitos y aplicable a la mayoría de los materiales o superficies. Se aplican con el propósito de proteger superficies, materiales o estructuras cuando forman el recubrimiento, son mucho más necesarias debido a los ambientes cada vez más agresivos. Las pinturas deben cumplir con la compatibilidad con los materiales de superficie y los llamados imprimantes o PRIMERS, mientras que los acabados son seleccionados por su compatibilidad con los PRIMERS y por su resistencia química, física o mecánica contra los embates del medio ambiente que rodea la superficie que se requiere proteger.

### **2.2.2 Definición**

En lo que se refiere a los recubrimientos aeronáuticos, estos, en poco tiempo, deben resistir cambios térmicos que oscilan entre los  $-20^{\circ}\text{C}$  y los  $60^{\circ}\text{C}$ , expuestos hasta velocidades de 900 kilómetros por hora, y además deben soportar químicamente los escurrimientos de combustible, aceites lubricantes y las altas incidencias de rayos ultravioleta en recubrimientos exteriores de este tipo de estructuras, debido a la altitud en que se desplazan las aeronaves.

Para lograr esta calidad de recubrimientos es necesario que se dé una sinergia entre la calidad de las pinturas, los buenos procedimientos, el cumplimiento de las normas y las recomendaciones del fabricante a través de aplicadores que cuenten con la competencia que se requiere y con el compromiso de protección de las superficies. También deben trabajar para que esta disciplina sea parte de la protección del medio ambiente, alcanzando protecciones duraderas, disminuyendo así el consumo periódico

de productos químicos que se utilizan en el procedimiento de aplicación o de remoción. (CHANATASIG, 2016)

### **2.3 COMPOSICIÓN DE LAS PINTURAS**

Existen en la actualidad cientos de tipos de revestimientos protectores y pinturas y muchas variedades en cada tipo. Cada uno de ellas tiene una propiedad básica en común con las demás, es decir que se aplican como líquidos que luego se transforman en películas sólidas y continuas. Existen recubrimientos de varios grados de viscosidad, varios grados de contenido sólidos de varias maneras para transformar estos fluidos en sólidos: Estos procedimientos pueden ser oxidativos, evaporativos, catalizados, secados a alta temperatura, por radiación, etc. Unos secan rápido, otros secan más lento, otros no endurecen nunca, permaneciendo adherentes y plásticos. A pesar de todas estas diferencias, no obstante todos los revestimientos protectores y pinturas tienen algo en común que es el formador de película.

En la mayoría de los casos se trata de un material de carácter resinoso, capaz de aglutinar partículas minerales y materiales colorantes. Esta película debe ser suficientemente coherente y poseer una excelente adherencia a la base. El formador de película (aglutinante, binder o resina) debe necesariamente encontrarse en estado de líquido al aplicar el revestimiento y ello se logra agregando un elemento solvente. El conjunto se denomina VEHÍCULO, que se subdivide de acuerdo con lo expuesto, en vehículo sólido o no volátil, también llamado resina, y el vehículo volátil, también llamado solvente.

El vehículo se transforma en sólido por varios mecanismos, la primera posibilidad es la evaporación del solvente, quedando como residuo el vehículo sólido seco. Otras posibilidades se basan en reacción química, en que el secado o el endurecimiento se producen sin pérdida de material volátil, otros se producen por sobre posición de ambos sistemas, otros materiales requieren de alta temperatura en un horno para endurecer y desarrollar sus propiedades. (GARCIA, 2003)

**Tabla 2**  
**Composición de las pinturas**

PINTURAS	PIGMENTOS	COLORANTES REFORZANTES QUÍMICOS
	VEHICULOS	NO VOLATIL (FORMADOR DE PELÍCULA) DE (SOLVENTES) VOLATIL
	ADITIVOS	PLASTIFICANTES SECANTES HUMECTANTES DISPERSANTES TIXOTROIZANTES ACELERANTES ABRILLANTADORES ANTIFLUOCULANTES ANTINATA ANTIESTÁTICOS ANTIOXIDANTES

**Fuente:** (GARCIA, 2003)

Después tenemos el VEHÍCULO el tercer grupo está constituido por los ADITIVOS, y son aquellos productos que modifican en cierta medida las propiedades del formador de película, con el propósito de lograr ciertas cualidades específicas o ajustar sus características a los requerimientos.

### 2.3.1 Pigmentos

Los pigmentos son sustancias químicas, generalmente insolubles, que pueden ser extendidas como capas superficiales o mezcladas con la masa



de algún material, como la clorofila son compuestos orgánicos naturales, la gran mayoría de los utilizados en la vida cotidiana son compuestos sintéticos (orgánicos e inorgánicos). En este sentido, la industria química ha desarrollado pigmentos cada vez más accesibles y variados.

La mayoría de los pigmentos usados en pinturas y tintes deben su color a las propiedades químicas de los metales de transición; al contrario que elementos como el sodio o el magnesio con un solo estado de oxidación, los metales de transición pueden existir en dos o más estados de oxidación. De esta forma, el color depende del estado de oxidación del ión metálico y del tipo y disposición de las demás moléculas que se unen a este.

También se usan en pinturas fluorescentes y fosforescentes: las pinturas fluorescentes suelen contener sulfuros de zinc y cadmio, mientras que las fosforescentes contienen sulfatos de zinc, cobre o estroncio, que siguen brillando después de que se las deje de iluminar. Los pigmentos pueden aplicarse en superficies usando pinturas o en papel usando tintas, ambas añaden color a las superficies de un modo similar. (PRODUCTOS INDUSTRIALES, 2010)

### **2.3.2 Vehículo**

Está formado por el vehículo no volátil o formador de película y el vehículo volátil que son los solventes o diluyentes. El vehículo, o emulsionador, se disuelve en un medio para formar la parte líquida de la pintura (que se polimeriza) para proporcionar la homogeneidad y la película protectora. Además, controla las propiedades deslizantes del revestimiento y ayuda a mejorar su dureza y resistencia.

### **2.3.3 Aditivos**

Son aquellos productos que modifican en cierta medida las propiedades del formador de película, con el propósito de lograr ciertas cualidades específicas o ajustar sus características a los requerimientos. Se añaden a

las pinturas en cantidades que oscilan entre el 0.001% y el 5% y tienen una profunda influencia en sus propiedades físicas y químicas. (GARCIA, 2003)

#### 2.3.4 Disolventes

Los disolventes tienen como principales objetivos mantener las pinturas (o barnices, ya que un barniz es en definitiva una pintura transparente) en estado líquido y permitir que al aplicar estos productos rellenen los poros de las superficies tratadas. También permiten regular la viscosidad para dejarla en su punto óptimo según la forma de aplicación y condiciones atmosféricas. Al secarse, el disolvente debe evaporarse totalmente y no modificar la resina depositada. Los disolventes también se utilizan para la limpieza de los utensilios y herramientas de pintar.

- **Disolvente de Agua.-** Es el disolvente más común que existe y se utiliza principalmente para pinturas al temple, pinturas plásticas, pinturas a la cal, al cemento o silicato, algunos tipos de pinturas epoxi, esmaltes acrílicos, etc. (GARCIA, 2003)
- **Aguarrás, Aguarrás vegetal o Esencia de trementina.-** Con estos tres nombres se denomina a un líquido volátil e incoloro que se saca destilando de la resina de los pinos. Su composición varía según la especie de pino del que se extraiga la resina. Se utiliza como materia prima y disolvente de todo tipo de pinturas al aceite, esmaltes grasos y sintéticos y pinturas de aluminio. (FUNDACIÓN EROSKI, 2013)
- **White Spirit, Aguarrás Mineral O Símil de Aguarrás.-** Es un hidrocarburo líquido con un poder de disolución no muy fuerte, pero suficiente para las resinas alquídicas que son la base de los esmaltes sintéticos. (GARCIA, 2003)

## 2.4 TIPOS DE PINTURAS POLIURETANOS

### 2.4.1 Hardprime

Es un recubrimiento sintético de Poliuretano-acrílico, de 1 ó 2 componentes base agua, 100% ecológico y tiene las siguientes características de alta resistencia a la intemperie (1 a 2 años), es alta resistencia corrosión salina y alta resistencia química (limpiadores), tiene excelente resistencia a la abrasión, El Hardprimer fue especialmente desarrollado para la industria de la construcción y debido a sus características se garantiza para el mantenimiento de las maderas, concreto y metales. La película o el film que genera es rígida, transparente, brillante, continua y con la flexibilidad necesaria para resistir los cambios bruscos de temperatura, todas estas propiedades son para realzar el aspecto de la madera. El Hardprimer es tan versátil que se puede usar como mono componente o bicomponente cuando los requerimientos son más exigentes. (DIQUIMTEX, 2001)



**Figura 2** Hardprime

**Fuente:** (DIQUIMTEX, 2001)

### 2.4.2 Poliurecoat

Este barniz o pintura, Es muy versátil, ya que sirven para recuperar volumen, es decir rellenan excelentemente los poros de la madera y otros

materiales, el film es autonivelante, tienen una excelente adherencia, gran brillo y sobre todo una excelente resistencia a la intemperie y a la luz ultra violeta.

El Poliurecoat es un recubrimiento sintético de poliuretano base agua que tiene las siguientes propiedades:

- Tiene una extraordinaria adherencia
- Tiene alta resistencia química
- Tiene alta resistencia mecánica
- Tiene una gran resistencia a la intemperie y los rayos UV
- Tiene un excelente Brillo
- Tiene una excelente nivelación.
- Es ecológico 100% libre de solventes.

El Poliurecoat es muy versátil ya que se puede utilizar en los siguientes sustratos:

**Metal.-** Se puede usar como acabado, siempre y cuando la superficie tenga un primer o primario que garantice su adherencia (PripoxóAquaepox)

**Plástico y Vidrio.-** Se puede usar como acabado, siempre y cuando la superficie tenga un primer o primario que garantice su adherencia (PripoxóAquaepox).(DIQUIMTEX, 2001)



**Figura 3** Poliurecoat

**Fuente:** (DIQUIMTEX, 2001)

### 2.4.3 Poliuresol

Es un recubrimiento sintético de poliuretano de 2 componentes, coloreado o transparente, base solvente, libre de acetona, de alta resistencia química, mecánica y a la intemperie, presenta una excelente nivelación, fue desarrollado especialmente. Para la industria de la construcción (pinturas), del acero (acabados) y de la madera (barniz de altos sólidos), dando excelentes acabados muy durables en medios húmedos, en medios de tráfico, con la ventaja de que no amarillenta ni calea, es muy versátil y fácil de usar. Principales usos Barnices o pinturas

Recubrimiento general, para muros o puertas de madera, de yeso, o estructura metálica con el fin de evitar de que se oxiden y se desgasten por la luz solar, Sus aplicaciones se extienden a gasolineras, talleres mecánicos, lugares que requieran ser asépticos “hospitales y laboratorios” y en acabados comerciales y arquitectónicos. (DIQUIMTEX, 2001)



**Figura 4** Poliuresol

**Fuente:** (DIQUIMTEX, 2001)

### 2.4.4 Poliuresol marine

Pintura o esmalte de poliuretano de 2 componentes (base agua), con protección UV, protección anti vegetativa (anti algas y caracoles), excelente resistencia a la corrosión, es amigable con el ambiente y es de fácil aplicación.



**Figura 5** Poliuresol marine

**Fuente:** (DIQUIMTEX, 2001)

#### **2.4.5 Poliurecar AB**

Es un recubrimiento sintético de poliuretano de 2 componentes, coloreado o transparente, base solvente, libre de acetona, de alta resistencia química, mecánica y a la intemperie, presenta una excelente nivelación, fue desarrollado especialmente. Para la industria de la construcción (pinturas), del acero (acabados) y de la madera (barniz de altos sólidos), dando excelentes acabados muy durables en medios húmedos, en medios de tráfico, con la ventaja de que no amarillenta ni calea, es muy versátil y fácil de usar. Principales usos Barnices o pinturas.

Para madera, es un excelente barniz para madera, capaz de resistir abrasión e intemperie. Recubrimiento general, para muros o puertas de madera, de yeso, o estructura metálica con el fin de evitar de que se oxiden y se desgasten por la luz solar, Sus aplicaciones se extienden a gasolineras, talleres mecánicos, lugares que requieran ser asépticos “hospitales y laboratorios” y en acabados comerciales y arquitectónicos. (DIQUIMTEX, 2001)



**Figura 6** Poliurecar AB

**Fuente:** (DIQUIMTEX, 2001)

#### **2.4.6 Polyner 75**

Acabado de poliuretano de dos componentes, acabado brillante, formulado con resinas poliéster. Tiene alta resistencia a fluidos hidráulicos como el skydrol, aceites lubricantes, gasolina y otros fluidos. Es resistente a cambios bruscos de temperatura. (NERVION S.A, 2003)



**Figura 7** Polyner 75

**Fuente:** (NERVION S.A, 2003)

#### **2.4.7 Polyner jet**

Es un acabado de poliuretano de dos componentes, formulado con resinas poliuretano poliéster y pigmentos de alta resistencia y solidez a la luz. Certificado para aviación bajo la NORMA BOEING BMS 10-60M y aprobado por la FAA. (NERVION S.A, 2003)



**Figura 8** Polyner Jet

**Fuente.** (NERVION S.A, 2003)

## 2.5 ACELERANTES

Aditivo que proporciona mayor rapidez de secado y dureza a las imprimaciones y esmaltes sintéticos

### 2.5.1 Tipos de Acelerantes

- **Cloratos.-** El clorato es un excelente acelerante, con el único inconveniente de originar iones  $Cl^-$  que, en lavados defectuosos, puede quedar englobado en el estrato fosfático originando fenómenos corrosivos.
- **Nitratos.-** Es uno de los acelerantes más ampliamente utilizados, fundamentalmente en conjunción con los nitritos.
- **Nitritos.-** Por supuesto, un baño de fosfatizante puede tener una adecuada mezcla de dichos acelerantes en función de la temperatura a la que trabajará el baño. Los mecanismos de reacción de los acelerantes son muy complejos y no es nuestra intención explayarnos con detenimiento sobre los mismos. (GABALDON, 2011)



## 2.6 CLASIFICACIÓN DE LA PINTURA EN SECADO

**Tabla 3**

**Secado de la pintura**

<b>SECAMIENTO EVAPORATIVO PURO</b>	<b>ACRÍLICOS</b> <b>PIROXILINAS (DUCOS)</b> <b>CAUCHO CICLIZADO-CLORADO</b> <b>VINÍLICOS</b> <b>GOMA LACABITUMENES</b>
<b>SECAMIENTO EVAPORATIVO MÁS OXIDACIÓN</b>	<b>ÓLEOS</b> <b>ALQUÍDICOS PUROS</b> <b>ALQUÍDICOS MODIFICADOS CON:</b> <b>FENOLCO, SILICONAS</b> <b>EXPOXY-ESTERES</b>
<b>SECAMIENTO EVAPORATIVO MÁS REACCIÓN QUÍMICA</b>	<b>EPÓXICOS</b> <b>POLIURETANOS</b> <b>POLIESTERES</b> <b>SILICONAS</b> <b>HORNOS</b> <b>INORGÁNICOS</b>
<b>SECAMIENTO EVAPORATIVO</b>	<b>EMULSIONES</b> <b>ACRÍLICA</b> <b>VINÍLICA</b> <b>BUTANDIENOEXTIRENO</b> <b>EMULSIONES</b> <b>ASFÁLTICAS</b>
<b>PINTURAS EN POLVO</b>	<b>EPOXICOS</b> <b>POLIESTERES</b>

**Fuente:** (CENARRO, 2009)

La tabla 3 nos lleva a analizar más detenidamente el formador de película. El formador de película o más propiamente llamado resina, es un producto químico que puede ser de origen natural o sintético, que es capaz

de aglutinar o ligar las partículas de pigmento y es capaz de transformarse por alguno de los mecanismos indicados en una película (film) continua.

La resina constituye en sí misma el elemento más importante dentro de la pintura por cuanto las características propias de ella se reflejan fielmente en la pintura que con ellas se fabrique. En la práctica le da el “apellido” a la pintura. (GARCIA J. , 2003)

## **2.7 PROCESO DE PINTURA**

Un sistema de pintado está constituido por varias capas de recubrimiento en que se complementan las cualidades de cada uno formando en su conjunto una capa protectora de alta resistencia. Un sistema está constituido normalmente por lo siguiente: Un primario o capa de fondo. Es una capa de pintura de gran adherencia a la base, normalmente contiene elementos pasavantes del metal en virtud de los pigmentos que contiene.

En seguida se aplican las capas intermedias llamadas también Body o Barrier, para lo cual se emplean pinturas de altos sólidos, cuyo objeto primordial es llegar a los espesores finales especificados con un mínimo número de manos. Finalmente, se aplican las capas de sello o acabado, las que sellan definitivamente el sistema, otorgan el color final y las cualidades estéticas que se desean. Obviamente las pinturas seleccionadas para el sistema deben ser compatibles entre sí. (HURTADO, 2015)

## **2.8 PREPARADO DE PINTURA.**

Teniendo presente que las pinturas son mezclas de una parte sólida (pigmentos) y una parte líquida (resina y solvente), pueden presentarse que, por diferencia del peso específico, durante períodos de almacenamiento prolongado, la parte pigmentaria, que es mucho más pesada que el vehículo, tienda a sedimentar y formar asentamientos duros en el fondo del envase.

La parte líquida generalmente se separa y forma una capa en la superficie. Pueden en algunos casos incluso formar una nata, especialmente

si el envase se encuentra medio lleno y se trata de pinturas sobre base aceite. Es por tal motivo de vital importancia que antes de proceder a la aplicación, la pintura se homogenice y agite adecuadamente para formar de nuevo una mezcla uniforme y pareja. Ello se obtiene re dispersando el pigmento en el líquido y removiendo todas las natas, grumos y partículas de mayor tamaño. Si la pintura ha sido almacenada a temperaturas ambiente para su aplicación. Pinturas de 2 ó 3 componentes deben ser mezcladas cuidadosamente antes de su uso. (DOMINGUEZ, 2010)

En algunos casos la pintura puede estar levemente teñida con algún color agregado para poder controlar su aplicación cuando es usada como capa intermedia. La pintura debe almacenarse en condiciones de temperatura moderada y en áreas de buena ventilación. Se recomienda usar los materiales más antiguos primero, así como también aplicarlos en forma ordenada conforme con los lotes de fabricación, dejando constancia de su ubicación.

Para evitar la sedimentación es conveniente también invertir los envases cada cierto tiempo. Verificar si los productos han cumplido con su plazo de vencimiento y descartar los materiales que hayan cumplido dicho plazo. Es bastante generalizada la práctica de revolver la pintura con la brocha o con un trozo de madera, esta mala práctica no asegura en absoluto resultados satisfactorios. Se prefiere por ello el uso de un mezclador o agitador mecánico, por cuanto es más rápido y se obtiene una mezcla uniforme.

Obviamente puede efectuarse también una mezcla manual, pero en ese caso no se recomienda usar envases mayores de 1 galón. Si hay nata o película seca en la superficie de la pintura, éstas deberán removerse con cuidado antes de proceder a mezclar, para evitar la formación de grupos o partículas mayores de pintura.

Para el proceso de mezclado mismo existen todo tipo de elementos revolvedores desde taladros manuales hasta grandes unidades portátiles, con las cuales se puede mezclar sin mayor problema hasta tambores de 55 galones. Pueden ser eléctricos y de aire comprimido, prefiriéndose estos

últimos cuando las condiciones de seguridad de la faena así lo requieren. (GARCIA, 2003)

## **2.9 APLICACIÓN DEL PINTADO**

La pintura como tal no puede considerarse producto terminado mientras no haya sido aplicada a la superficie. Por tal motivo, la buena aplicación de la pintura constituye una parte crítica dentro del sistema total y del comportamiento de éste en el largo plazo. Sistemas de pintado de alta resistencia son especialmente sensibles a una mala aplicación y pueden fallar drásticamente, en forma aún más patética que un sistema de pintado convencional, que es mucho menos sensible a las variables de aplicación.

Es por ello de vital importancia que las instrucciones de aplicación se cumplan en forma precisa, particularmente cuando se están aplicando recubrimientos caros y de alta exigencia. Es posible que en un lugar esté prohibida la aplicación de pinturas mediante pistola, debido a riesgo de incendio o daños potenciales que pudieran ocasionarse en instalaciones próximas debido a sobre pulverización. (DOMINGUEZ, 2010)

Generalmente cuando hay áreas u objetos que no deben ser pintados, éstos se enmascaran con papel o plástico antes de comenzar con la labor de pintura. Esto, sin embargo, requiere tiempo y puede significar un recargo importante dentro del costo total de la faena. Otro aspecto importante son las condiciones climáticas imperantes para obtener buenos resultados. Debe evitarse pintar por debajo de 5°C sobre 35°C.

Si la humedad relativa del aire se encuentra sobre el 80%, hay tiempo lluvioso o cuando la velocidad del viento está sobre 30 km/h o existe peligro de congelamiento, deben tomarse precauciones para la aplicación de la pintura. Menos exigentes con respecto a estas condiciones son las pinturas reversibles de secamiento evaporativo, tales como los vinílicos y caucho clorados, por cuando ellas permiten ser aplicadas a temperaturas bajas.

La aplicación a brocha es un procedimiento ideal para áreas pequeñas, cantos o esquinas. La aplicación con rodillos es eficiente en superficies

grandes relativamente planas, el procedimiento más adecuado para grandes superficies y que funciona igual de bien sobre superficies irregulares como sobre áreas lisas, es la aplicación a pistola.

Como norma general la superficie debe estar completamente seca antes de proceder a pintar y debe encontrarse a una temperatura entre 5°C y 35°C. En algunos casos particulares con productos y precauciones especiales, pueden ser pintadas superficies levemente húmedas, pero ello requiere de instrucción especiales del fabricante de pintura. (GARCIA, 2003)

## **2.10 TÉCNICAS DE PINTADO**

Para obtener un acabado satisfactorio y buen cubrimiento y que la pintura no escurra, mantenga la pistola a las siguientes distancias de la superficie: pistola convencional 6 a 8 pulgadas pistola airless 10 a 12 pulgadas Manteniendo la pistola demasiado cerca producirá un exceso de material en la superficie, lo que conducirá a escurrimiento, descuelgue e irregularidades en la película, debido a la turbulencia de aire.

En el caso de que la pistola se mantenga demasiado distante, ello producirá un acabado polvoriento (sobre pulverización). Algunos solventes se evaporarán antes que la pintura alcance la superficie, dejando un acabado poroso y áspero. La pistola debe mantenerse en forma perpendicular a la superficie todo el tiempo y no deberá arquearse.

El arqueado de la pistola causará una superficie de uniforme debido a que hacia los extremos habrá menos pintura y habrá más pintura al centro de la pasada. La pistola se desplaza sobre la superficie, apretando el gatillo después de comenzar el movimiento y soltando el gatillo justo antes de terminarlo. Siempre detener el movimiento uno a dos pulgadas antes de llegar al borde.

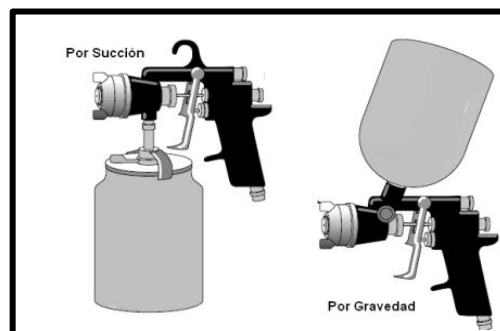
Cuando se pinta un canto mantener la pistola mirando el canto y luego repasar ambos costados. En esquinas o cantos interiores píntese cada lado en forma separada y finalmente repásese el canto. Muchas veces conviene repasar el canto interior con una brocha con el propósito de eliminar el

exceso de material acumulado. Siempre conviene pintar primero los cantos antes de pintar el total de la superficie. Cuando se pintan grandes áreas comenzar siempre el trabajo en la parte alta y luego repasar traslapando cada pasada a modo de obtener una cobertura uniforme. Con pistola convencional ello es normalmente un 50%. (GARCIA, 2003)

## 2.11 SOPLETES DE APLICACIÓN DE PINTURA

Existen diversos tipos de sopletes para pintar, entre las más sobresalientes las que se clasifican de acuerdo a su tipo de alimentación de pintura:

- Soplete por succión.
- Soplete por gravedad.



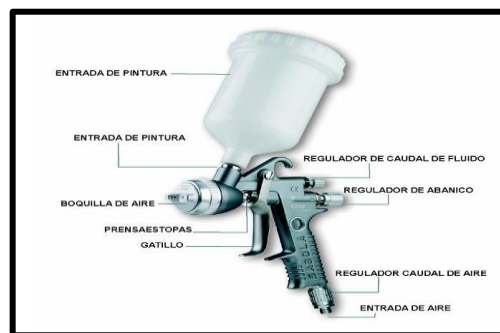
**Figura 9** Tipos de sopletes

**Fuente:** (NAVARRO, 2013)

Se la conoce como pistola de succión debido a que lleva su depósito de pintura en la parte inferior, razón por la cual se emplea para trabajos que necesiten pinturas livianas, ya que funciona por succión, absorbiendo la pintura gracias al efecto Venturi. La pistola de pintura de alimentación por gravedad tiene el depósito en la parte superior del rociado, por tal motivo la pintura desciende por efecto de la gravedad. Siendo la más utilizada para pinturas pesadas, la pistola de gravedad.

### 2.11.1 Partes de un soplete de pintura

Todas las piezas del soplete de aplicación de pintura deben ser desmontadas y limpiadas minuciosamente con un disolvente adecuado, cada vez que se termine de pintar para evitar que el soplete se llegue a tapar una vez secada la pintura.



**Figura 10** Partes del soplete

**Fuente:** (NAVARRO, 2013)

En la actualidad los sopletes de pintado deben cumplir con normas ambientales y adaptarse a las exigencias de las nuevas tecnologías que buscan mejorar la calidad en los acabados de pintura, de ahí la creación de diferentes sistemas de pintado para mejorar mencionado proceso.

### 2.11.2 Soplete con sistema H.V.L.P.

Tienen un mecanismo de piezas internas que reducen el 75% de pérdida de la pintura. La atomización HVLP (High Volume Low Pressure – Alto Volumen Baja Presión) utiliza un gran volumen de aire CFM (pies cúbicos por minuto) que se libera a baja presión (10 PSI o menos), a diferencia de la pistola convencional que trabaja a una presión de aire de 40 a 50 PSI, logrando el sistema HVLP conseguir un máximo ahorro de pintura y mínima formación de neblina, y siendo catalogadas como pistolas ecológicas.



**Figura 11** Soplete con el sistema (H. V. L. P.)

**Fuente:** (ROJAS, 2012)

**Tabla 4**

**Valores del soplete H.V.L.P.**

Presión	Consumo de aire	Entrada de aire	Diámetro de manguera	Volumen del deposito
4,5 (bar)	4.7	¼ pulg	¼ pulg	1000cc
60-75 (psi)	cfm@60psi			

**Fuente:** (DINO POWER INDUSTRY, 2013)

### 2.11.3 Soplete con sistema L.V.L.P.

En el sistema LVLP (Low Volumen LowPressure – Bajo Volumen Baja Presión) el consumo de aire CFM (pies cúbicos por minuto) es menor que el de las ecológicas, lo cual es utilizado para empresas que no generan suficiente producción de aire.





**Figura 12** Soplete con el sistema (L.V.L.P.)

**Fuente:** (DINO POWER INDUSTRY, 2013)

**Tabla 5**

**Valores del soplete L.V.L.P**

Presión	Consumo de aire	Entrada de aire	Diámetro de manguera	Volumen del deposito
2,3 (bar) 30-45 (psi)	4.7cfm@45psi	¼ pulg	¼ pulg	750cc

**Fuente:** (DINO POWER INDUSTRY, 2013)

## 2.12 MATERIALES UTILIZADOS

Los materiales utilizados en este proyecto son de gran importancia para haber terminado con éxito en el trabajo práctico son los siguientes:

### 2.12.1 Compresor

Es una máquina que está construida para aumentar la presión y desplazar cierto tipo de fluidos llamados compresibles, tal como gases y los vapores.



**Figura 13** Compresor

**Fuente:** (DIRECTINDUSTRY.EC, 2014)

### 2.12.2 Lijadoras

Se llama a aquella máquina o equipo que mediante el montaje de un papel o tela de lija, permite llevar a cabo el proceso de lijado de una superficie, para se observe de mejor manera y esta parte no tenga su superficie lisa sin ninguna imperfección.



**Figura 14** Lijadora

**Fuente:** (DIRECTINDUSTRY.EC, 2014)

### 2.12.3 Lijas

Se utiliza para quitar pequeños fragmentos de material en las superficies lo cual suele dejar sus caras o superficies lisas.



**Figura 15** Lijas

**Fuente:** (DIRECTINDUSTRY.EC, 2014)

#### 2.12.4 Extensión Neumática

Es una manguera donde va pasar el flujo de aire para poder utilizar la pistola de pintura.



**Figura 16** Extensión Neumática

**Fuente:** (DIRECTINDUSTRY.EC, 2014)

#### 2.12.5 Extensión Eléctrica

Está conformada por cables y nos sirve para poder traer energía de un lugar a otro.



**Figura 17** Extensión Eléctrica

**Fuente:** (DIRECTINDUSTRY.EC, 2014)

### 2.12.6 Soplete de Pintura

Esta máquina nos sirve para poder pintar más rápido que una brocha y tener un acabado más admirable. También se lo puede conocer con el nombre de pistola de pintura.



**Figura 18** Soplete de Pintura

**Fuente:** (DIRECTINDUSTRY.EC, 2014)

### 2.12.7 Pincel

Con el pincel nosotros cogimos las fallas donde no pudo llegar la pistola de pintura.



**Figura 19** Pincel

### 2.12.8 Escalera

La escalera nos sirvió para llegar a lugares de difícil acceso debido a la altura de los mismos entre los cuales tenemos el empenaje.



**Figura 20** Escalera

## 2.13 EQUIPOS DE PROTECCIÓN

Antes de iniciar cualquier aplicación es necesario utilizar el siguiente equipo de protección personal.

- **Mascarilla con cartuchos para vapores orgánicos.**-Debe ser utilizada esta mascarilla ya que los gases de los envases de la pintura son dañinos para la salud.



**Figura 21** Mascarilla con filtros orgánicos

**Fuente:** (SISMA, 2014)

- **Mascarilla contra polvos.**- Esta mascarilla es diferente a la anterior ya que esta contiene unos filtros para que el polvo de la pintura lijada no respiremos por que puede afectar a la salud.



**Figura 22** Mascarilla contra polvos

**Fuente:** (SISMA, 2014)

- **Gafas.**- Las gafas son utilizadas para proteger nuestros ojos del polvo que deja el lijado.



**Figura 23** Gafas protectoras

**Fuente:** (SISMA, 2014)

- **Guantes de látex o nitrilo.-** Se utiliza por seguridad de las manos para que no dañe nuestra piel con los químicos de la pintura.



**Figura 24** Guantes protectores

**Fuente:** (SISMA, 2014)

- **Overol.-** Para proteger todo nuestro cuerpo tanto del polvo como la pintura.



**Figura 25** Overoles de protección

**Fuente:** (SISMA, 2014)

- **Zapatos de seguridad.-** Esto es necesario por si se cae algún objeto pesado en nuestros pies y también para no resbalarse en el aérea de trabajo.



**Figura 26** Zapatos de seguridad

**Fuente:** (SISMA, 2014)



## **CAPÍTULO III**

### **DESARROLLO DEL TEMA**

En el presente proyecto se detalla los procedimientos realizados para el desarrollo de la aplicación del acabado final del proceso de pintura, el cual ayudará a la aeronave a prolongar la vida útil de su estructura con ello se mejorará su aspecto físico debido que la aeronave será utilizada como un elemento físico que dará un realce a la Universidad de las fuerzas Armadas ESPE Campus Belisario Quevedo.

**CARRERA:** Mecánica Aeronáutica

**MENCIÓN:** Aviones

**TEMA:** "Pintado de la aeronave MIRAGE M50 EV FAE 1054 de la UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE CAMPUS BELISARIO QUEVEDO".

**BENEFICIARIOS:** "UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE CAMPUS BELISARIO QUEVEDO"

**UBICACIÓN:** Cotopaxi. Latacunga Belisario Quevedo

**INSTITUCIÓN EJECUTORA:** Unidad de Gestión de Tecnologías.

**COSTO:** \$ 1.200

### 3.1 PRELIMINARES

En el capítulo se detalla los procedimientos realizados previos a la aplicación de la pintura los cuales fueron muy fundamentales para proteger al avión entre los cuales implican el decapado de la pintura con este procedimiento se elimina la pintura ya deteriorada, el mismo fue realizado mecánicamente con la ayuda de una lijadora de superficies y una lija circular número 180, posterior al decapado fue aplicado el tratamiento anticorrosivo para eliminar la corrosión existente sobre la estructura con la ayuda del limpiador y eliminador de corrosión de las superficies tratadas en el avión, para ello se utiliza un producto anticorrosivo químico llamado Alumiprep, además de la película de conversión cromada más conocido como Alodine el cual es aplicado sobre las superficies de la aeronave eliminada la corrosión el mismo forma una película de conversión cromada uniforme de color amarillo latón u oro.

Estos además de dar protección al avión permiten la adherencia de la pintura, al realizar el pintado de la aeronave los se deben efectuar con el uso de los equipos de protección personal para proteger la integridad física de la persona que realiza este procedimiento.



**Figura 27** Aeronave MIRAGE antes de ser pintada

## **3.2 MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS PARA LA APLICACIÓN DE PINTURA EN EL AVIÓN MIRAGE M50 EV**

### **3.2.1 Materiales utilizados:**

Pintura poliuretana color:

- Blanca.- se utilizó 2 galones
- Verde oscuro.- se utilizó 1 galón
- Verde claro.- se utilizó 1 galón
- Catalizador
- Escalera
- Pincel

Se aplicó pintura poliuretana debido a que se pudo tener más accesibilidad a la misma, puesto que este tipo de pintura es de similar características que las pinturas utilizadas en aviación, con ella se empleó pinturas de diferentes colores debido que la aeronave es un avión militar de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, esta pintura le proporciona brillo al avión cuando ya está aplicada sobre el mismo, además de ser muy resistente y duradera, la cual fue aplicada en toda la estructura de la aeronave, también se debe mencionar que tiene resistencia al agua, químicos incluyendo al combustible.

Para esta aplicación de la pintura se utilizó una escalera que es de gran utilidad ya que permite llegar a lugares de gran altitud también permite trabajar cómodamente y con mayor libertad, por último se usó un pincel de cerdas sintéticas con este se corrigió fallas además de aplicar la pintura en lugares de difícil acceso.



**Figura 28** Verificación de la pintura

### **3.2.2 Equipos utilizados:**

- Compresor
- Soplete

Cada equipo utilizado fue de vital importancia para que el proyecto sea realizado con éxito, es por ello que se utilizó el compresor ya que es una máquina que permite almacenar el aire además de dar una presión controlada para poder utilizar el soplete, este equipo nos proporciona mejor acabado al aplicar la pintura sobre la estructura del avión, caso muy distinto al utilizar brochas para la aplicación de pintura la cual formara marcas de las cerdas de las brochas en la estructura del aeronave por ende se observara el acabado de pintura desperfecto,

### **3.2.3 Equipo de protección personal especial para la aplicación de pintura.**

Antes de empezar con cualquier trabajo de mantenimiento es importante contar con el equipo de protección personal adecuado para realizarlo. Los productos químicos y solventes utilizados en aviación son muy perjudiciales para la salud, por lo cual se debe utilizar equipos de protección personal, más aún cuando se va a trabajar en el área de pinturas, ya sea por la

manipulación de pinturas como por la manipulación de solventes utilizados para los tratamientos estructurales, ya que los solventes aeronáuticos son carcinógenos y la pintura causa acumulación de plomo en la sangre la cual es perjudicial para la salud, es por tal razón que se debe utilizar los respectivos elementos de protección personal como:

- **Protección Respiratoria.**-El tipo de mascarilla dependerá del nivel de peligrosidad de la pintura, el tiempo de trabajo, la cantidad de pintura a utilizar y del lugar donde el trabajo se esté realizando. La aplicación a pistola requerirá el uso de mascarilla completa y protección respiratoria.
- **Protección Ocular.**- Es conveniente utilizar monogafas en policarbonato que protejan contra salpicaduras de pinturas u otros productos químicos que podrían afectar a nuestro cuerpo.
- **Guantes de Protección.**- Guantes para evitar contacto con los productos que se va utilizar (removedores, disolventes, Alodine, pintura).
- **Overol de Protección.**- Debe utilizar un mono, peto u overol de algodón (mínimo 60% algodón) que cubra todo el cuerpo, brazos y piernas en toda situación donde el contacto con pintura sea potencialmente alto.
- **Protección Auditiva.**- Protectores de oídos para fuertes ruidos como es el sonido del compresor.
- **Calzado de Protección.**- Se aconseja utilizar botas antiestáticas, con puntera de Acero mientras se pinte.

### **3.3 PREPARACIÓN DE LA AERONAVE ANTES DE APLICACIÓN DE LA PINTURA**

#### **3.3.1 Enmascarado del avión MIRAGE M50 EV.**

Antes de la aplicación de la pintura sobre la estructura del avión se debe realizar inspecciones para verificar que la aeronave se encuentra sin ninguna impureza posterior a ello se procede al enmascarado del avión es conlleva a enmascarar la cúpula de la cabina ya que esta parte no debe ser pintada además de las tomas estáticas y luces de la aeronave.

- **Enmascarado de la cúpula y luces.-** La cúpula y luces deben ser enmascaradas debido a que son partes muy susceptibles al entrar en contacto con la pintura debido a que pierden su transparencia además de endurecerse es por ello que con el enmascarado se protege esta parte, se debe utilizar papel industrial plásticos y cinta adhesiva de aluminio o similar a esta, estos materiales ayudan a la protección de la cúpula y luces.
- **Enmascarados de las tomas estáticas.-** Se debe realizar enmascarado en las tomas estáticas puesto que estas no deben ser pintados debido que si se aplica pintura sobre este componente perderá su funcionamiento, por este motivo se utiliza materiales para su enmascarado se debe utilizar papel industrial plásticos y cinta adhesiva de aluminio o similar a esta para el enmascarado de las tomas estáticas.
- **Enmascarados de los trenes.-** Se realiza el enmascarado de los trenes con el uso de los plásticos y cinta adhesiva de aluminio o similar debido a que los trenes de aterrizaje no deben entrar en contacto con la pintura de la estructura del avión, puesto que los trenes son pintados con pintura de diferente color.



**Figura 29** Aeronave enmascarada totalmente.

**Tabla 6****Materiales de equipo y herramienta**

EQUIPO DE SEGURIDAD	ARNÉS, OVEROL, GUANTES, ZAPATOS DE SEGURIDAD
HERRAMIENTA AL UTILIZAR	Escalera, masquen, papel periódico

**3.4 APLICACIÓN DE PRIMER O FONDO**

- **Preparación del fondo.-** El fondo se mezcla con cinco litros de barniz (fondo) a un litro de catalizador para tener una mezcla compacta.

**Figura 30** Preparación de la pintura blanca para el fondo

Para las antenas radón se aplicó un fondo antiestático para no interferir en las ondas de radio y comunicación que el avión emite. La aplicación del fondo de la pintura a la aeronave se lo realizo por partes distribuyéndose de la siguiente manera:

### 3.4.1 Aplicación del fondo del avión MIRAGE M50EV en la parte del empenaje.

Se aplicó el fondo en la parte del empenaje del avión porque es la parte más alta y más complicada. Con la aplicación de este fondo la pintura se adhiera de mejor manera a la estructura del avión también para cubrir el tratamiento anticorrosivo debido a las condiciones climáticas a las que se encuentra expuesto el avión puesto que se encuentra a la intemperie. Para la aplicación del mismo se utilizaron todos los equipos de protección personal por las partículas emanadas por el fondo.



**Figura 31** Aplicación finalizada del fondo en el empenaje

**Tabla 7**

#### **Materiales de equipo y herramienta**

Equipo de seguridad	Arnés, mascarilla, overol, guantes, zapatos de seguridad
Herramienta al utilizar	Escalera, compresor, pistola, energía eléctrica, extensión eléctrica
Material utilizado	Pintura poliuretano color blanca



### 3.4.2 Aplicación del fondo del avión MIRAGE M50 EV en la parte del fuselaje.

Se aplicó el fondo en la parte del fuselaje del avión para aplicar la pintura con más facilidad ya que las alas sirven como soporte sin necesidad de una escalera. Esto ayuda para que la pintura se adhiera de mejor manera a la estructura del avión también para evitar la corrosión debido a las condiciones climáticas a las que se encuentra expuesto el avión. Para lo cual se utilizaron todos los equipos de protección personal ya que las partículas de pintura podrían ingresar inhalados, o pueden ingresar por los poros de la piel.



**Figura 32** Aplicación finalizada del fondo en el empenaje

**Tabla 8**

#### **Materiales de equipo y herramienta**

Equipo de seguridad	maskarilla, overol, guantes, zapatos de seguridad
Herramienta al utilizar	compresor, pistola, energía eléctrica
Material utilizado	Pintura poliuretana color blanca

### 3.4.3 Aplicación del fondo del avión MIRAGE M50 EV en la parte de las alas.

Se aplicó el fondo en la parte de las alas de la aeronave con el procedimiento adecuado tomando en cuenta las partes del avión que ya fueron aplicadas el fondo. Esto ayudo para que la pintura se adhiera de mejor manera a la estructura del avión también para evitar la corrosión debido a las condiciones climáticas a las que se encuentra expuesto el avión. Para lo cual se utilizaron todos los equipos de protección personal.



**Figura 33** Finalización del fondo en las alas

**Tabla 9**

#### **Materiales equipo y herramienta**

Equipo de seguridad	Arnés, mascarilla, overol, guantes, zapatos de seguridad
Herramienta al utilizar	Escalera, compresor, pistola, energía eléctrica
Material utilizado	Pintura poliuretana color blanca

### 3.4.4 Aplicación del fondo del avión MIRAGE M50 EV en la parte de los trenes de aterrizaje.

Se aplicó el fondo en la parte de los trenes de aterrizaje con mucha precaución debido que es la parte muy susceptible ya que en esta parte de

la aeronave existen componentes donde no deben ser pintadas todas sus áreas estos corresponden a los amortiguadores y cañerías ya que afectarían en su funcionamiento.

Este fondo se aplica sobre la estructura del avión para que la se adhiera de también para evitar la corrosión debido a las condiciones climáticas a las que se encuentra expuesto el avión. Para lo cual se utilizaron todos los equipos de protección personal ya que las partículas de pintura no sean inhaladas o ingresen por los poros de la piel.



**Figura 34** Aplicación de fondo en los trenes de aterrizaje

**Tabla 10**

**Materiales equipo y herramientas**

Equipo de seguridad	maskarilla, overol, guantes, zapatos de seguridad
Herramienta al utilizar	compresor, pistola, energía eléctrica
Material utilizado	Pintura poliuretana color blanca

## **3.5 PINTADO DEL AVIÓN MIRAGE M50 EV**

### **3.5.1 Preparación de la pintura**

Luego de los pasos ya indicados procedemos a pintar el avión MIRAGE M50 EV esto nos servirá para darle mayor resistencia contra la corrosión y para mejorar su estética puesto que la pintura anterior del avión se encontraba en mal estado.

- Al abrir el recipiente se encontrará que éste está lleno hasta el borde.
- Una agitación en estas condiciones no es recomendable por cuanto el contenido tiende a derramarse. Por ello se recomienda utilizar otro envase limpio al cual se traspasa aproximadamente las 2/3 partes del contenido.
- Se mezcla fuertemente el material que ha quedado en el envase primitivo, se debe usar una paleta adecuada para la mezcla del material, soltando todo el material de las paredes y del fondo del recipiente revolviéndolo y disgregando los grumos contra las paredes del envase hasta que el contenido esté totalmente homogéneo.
- Se debe mezclar siguiendo un solo movimiento y luego proseguir con un movimiento hacia arriba y batidor.
- Finalmente se debe poner la pintura paulatinamente en el recipiente primitivo el líquido separado, continuando la mezcla hasta completar totalmente el reacondicionamiento.

### **3.5.2 Acabado de la pintura en el empenaje.**

El proceso de pintura se aplicó desde la parte más alta a la más baja lo cual implica aplicar la pintura desde el empenaje hacia el fuselaje para terminar en la cabina de esta forma facilitar el proceso de pintura. Es necesario aplicar la pintura con ayuda de una pistola con el sistema LVLP (Low Volumen Low Pressure – Bajo Volumen Baja Presión), debido a que estas pistolas no requieren de mucha presión, además se recomienda que la

pintura se pase a través de un filtro para separar cualquier grumo que hubiera permanecido en la masa. El tipo de pintura utilizada en el empenaje fue una pintura de poliéster/poliuretano de colores verde oscuro y verde claro por tener mayor accesibilidad a la misma.



**Figura 35** Acabado del pintado en el empenaje

Como precaución se debe evitar agitar violentamente o con agitadores de muy alta velocidad envases que contengan pinturas látex o en general pintura de base acuosa. Ello puede causar la formación de espuma, tendrá como consecuencia que el acabado quedará con porosidades y burbujas de aire.

#### **3.5.4 Acabado de la pintura en las alas.**

El proceso de pintura en las alas fue realizado con las debidas precauciones tomando en cuenta el clima ya que las partículas pequeñas pueden dañar las áreas que ya fueron pintadas. Es necesario aplicar la pintura con ayuda de una pistola con el sistema LVLP (Low Volumen Low Pressure – Bajo Volumen Baja Presión), ya que estas pistolas no requieren de mucha presión además, se recomienda que la pintura se pase a través de un filtro para separar cualquier grumo que hubiera permanecido en la masa.

El tipo de pintura utilizada en el fuselaje fue una pintura de poliéster/poliuretano de colores verde oscuro, verde claro y blanco.



**Figura 36** Acabado del pintado en las alas

Como precaución se debe evitar agitar violentamente o con agitadores de muy alta velocidad envases que contengan pinturas látex o en general pintura de base acuosa. Ello puede causar la formación de espuma, tendrá como consecuencia que el acabado quedará con poros y burbujas de aire.

### **3.5.3 Acabado de la pintura en el fuselaje.**

El proceso de pintura en el fuselaje fue realizado con las debidas precauciones tomando en cuenta el clima ya que las partículas pequeñas pueden dañar el área que ya fue pintada. Es necesario aplicar la pintura mediante el uso de una pistola con el sistema LVLP (Low Volumen Low Pressure – Bajo Volumen Baja Presión), debido a que estas pistolas no requieren de mucha presión además, se recomienda que la pintura se pase a través de un filtro para separar cualquier grumo que hubiera permanecido en la masa. El tipo de pintura utilizada en el fuselaje fue una pintura de poliéster/poliuretano de colores verde oscuro, verde claro y blanco.



**Figura 37** Acabado del pintado en el fuselaje

Como precaución se debe evitar agitar violentamente o con agitadores de muy alta velocidad envases que contengan pinturas látex o en general pintura de base acuosa. Ello puede causar la formación de espuma, tendrá como consecuencia que el acabado quedará con poros y burbujas de aire.

### **3.5.5 Acabado de la pintura en los trenes de aterrizaje.**

El proceso de pintura en los trenes de aterrizaje fue realizado con las debidas precauciones, este último proceso fue ejecutado de manera más fácil. Es necesario aplicar la pintura con el uso de una pistola con el sistema LVLP (Low Volumen Low Pressure – Bajo Volumen Baja Presión), ya que estas pistolas no requieren de mucha presión además, se recomienda que la pintura se pase a través de un filtro para separar cualquier grumo que hubiera permanecido en la masa. El tipo de pintura utilizada en el fuselaje fue una pintura de poliéster/poliuretano de color blanco



**Figura 38** Acabado del pintado en los trenes de aterrizaje

Como precaución se debe evitar agitar violentamente o con agitadores de muy alta velocidad envases que contengan pinturas látex o en general pintura de base acuosa. Ello puede causar la formación de espuma, tendrá como consecuencia que el acabado quedará con poros y burbujas de aire.

### **3.5.6 Para cada proceso se tomó en cuenta lo siguiente:**

La viscosidad desempeña un papel muy importante en la aplicación y tensión de la película, ya que si no existe una viscosidad adecuada de la pintura puede desparramarse o tapar la boquilla de la pistola

Luego que haber concluido con la segunda capa de pintura se procedió a dar una capa de acabado con barniz mate de poliuretano. Después de terminar con todas las capas de pintado de la aeronave se retiró el enmascarado para así verificar toda la aeronave que se encuentre en un acabado óptimo, si existían se procedió a cubrir las misma con un pincel o brocha pequeña, culminado todo este procedimiento se mejoró el aspecto físico su estructura.





**Figura 39** Aeronave aplicada la primera capa



**Figura 40** Aeronave finalizada con todas las capas respectivas

### 3.6 SEÑALETICA DEL AVIÓN MIRAGE M50 EV

La señalética se realizó con el fin de identificar el avión, además se tomó en cuenta las medidas y dimensiones establecidas en la misma piel de la aeronave antes de ser lijada completamente, manteniendo los parámetros y estética.

Los pasos a seguir para la colocación de la señalética fueron:

- Verificar el lugar donde iba a ser colocada la señalética.

- Según la RDAC 045 la medida de las mismas deben ser de 50 cm debido a que las mismas eran stickers plegables para las áreas de la aeronave que necesitan ser identificadas, como la bandera de la nacionalidad de la aeronave, matrícula, zonas de seguridad como el bordes salidas de las alas de la aeronave.
- Limpieza del área a colocar la señalización mediante un paño empapado con desengrasante.
- Colocar la señalética en la aeronave con mucho cuidado con el fin de colocar la señalética correctamente.
- Levantar el adhesivo y retirar el papel donde viene pegada la señalética.
- Estirar y pegarlo a la estructura, presionando el adhesivo desde la mitad hacia los extremos.



**Figura 41** Señalética de identificación del avión.

### **3.8 INSPECCION FINAL**

Se realiza un recorrido minucioso por toda la aeronave para verificar que no exista cinta alguna en todas las partes que fueron preservadas. Con ello se verifico que todas las señaléticas estén correctamente instaladas con el color correspondiente.








**Figura 42** Aeronave lista para ser entregada

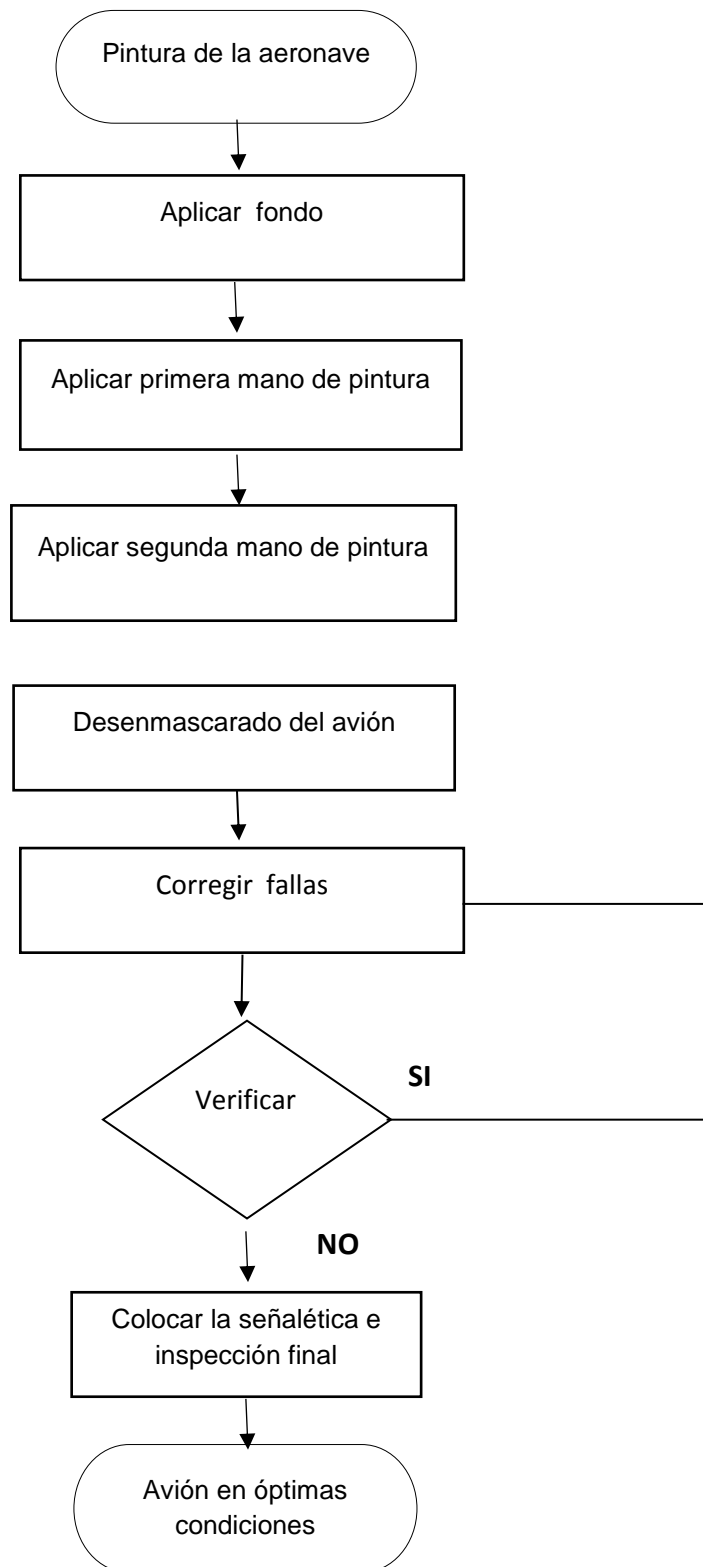
### 3.9 DIAGRAMAS DE PROCESOS

Es la representación gráfica del algoritmo o proceso, es un diagrama de actividades que representa los flujos de trabajo, paso a paso y operacionales de los componentes en un sistema, que nos ayuda a describir cada uno de los pasos realizados mediante simbología, a continuación se presentan los procesos del pintado de la aeronave MIRAGE M50 EV, para lo cual se utilizó la siguiente simbología:

**Tabla 11**  
**Simbología del diagrama de procesos**

Símbolo	Significado
	Inicio o finalización
	Proceso
	Nota
	Condición
	Conector

### 3.9.1 Diagrama de procesos – Aplicación de pintura de acabado



**Figura 43** Diagrama de procesos

### 3.10 ANÁLISIS ECONÓMICO.

El desarrollo del proyecto busca ayudar a obtener la aeronavegabilidad que exigen los estándares de mantenimiento obligatorio para una eficaz funcionalidad en la aeronave, los costos estimados para la realización correcta del proyecto de pintura que se llevaran a cabo, necesitan tener en cuenta recursos materiales y de personal mencionados a continuación.

**Tabla 12**

#### **Análisis económico**

MATERIALES	Cantidad	TOTAL (\$)
Fondo poliuretano	2 gl	195
Pintura poliuretano verde claro, verde obscuro	1 gl	280
Pintura poliuretano negro mate	½ gl	80
Pintura poliuretano aluminio	½ gl	90
Pintura poliuretano blanco	1lt	30
Pintura poliuretano amarillo, azul, rojo	1/8 c/u	60
Masking tape ¾ abro	10 rll	35
Transporte, alimentos		120
Equipo de protección personal		80
Varios		230
	<b>TOTAL</b>	<b>1200</b>

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- Al no encontrar información técnica procedente del avión MIRAGE M50 EV FAE 1054 debido a que esta aeronave fue dada de baja por parte de la Fuerza Aérea Ecuatoriana, se tomó como referencia al manual de referencia del avión BOEING 737 para realizar el proceso de pintado de la aeronave.
- Se estableció los procedimientos como el sistema de Bajo Volumen, Baja Presión para la rehabilitación de la pintura y señalética de la aeronave usando las herramientas requeridas en el manual BOEING 737, para que garanticen su aspecto estructural, proporcionando una exitosa pintura para el acabado del avión sin deteriorar los componentes adyacentes.
- Se realizó el proceso para el pintado del avión MIRAGE EV M50 FAE 1054 de acuerdo a los procedimientos establecidos, la cual la pintura es un recubrimiento orgánico para así evitar la corrosión y mantener toda la estructura exterior de la aeronave en un buen estado.

## 4.2 RECOMENDACIONES

- Realizar periódicamente el mantenimiento de la aeronave utilizando los procedimientos escritos en es este proyecto con la finalidad de algar la vida útil de la estructura del avión.
- Utilizar los procedimientos, herramientas y el equipo de protección personal a realizar cualquier tipo de trabajo en el avión MIRAGE EV M50 FAE 1054, esto evitara futuros incidentes o lesiones que pueden interferir en una exitosa pintura y así puedan los estudiantes implementar de mejor manera la teoría adquirida en las aulas.
- Concientizar a la comunidad educativa en un mantenimiento preventivo para evitar la corrosión ya que el avión se encuentra expuesto a las condiciones climáticas.



## GLOSARIO

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

**Alumiprep.-** Limpiador, eliminador y abrillantador de superficies corroídas.

**Alodine.-** Película de conversión cromada para superficies de metal la cual formara una capa homogénea de color amarillo latón u oro.

**Catalizador.-** un catalizador propiamente dicho es una sustancia que está presente en una reacción química en contacto físico con los reactivos, y acelera, induce o propicia dicha reacción sin actuar en la misma.

**Equipo.-** Uno o varios conjuntos de componentes relacionados operacionalmente para el cumplimiento integral de una función determinada.

**Estructura.-** En aeronáutica los términos célula o estructura se refieren a la estructura mecánica de una aeronave, no incluye el sistema de propulsión.

**Inspección.-** Es el acto de examinar una aeronave o componente de aeronave para establecer la conformidad con un dato de mantenimiento.

**Limpieza de aeronaves.-** Acción de remover y/o desnaturalizar los residuos de plaguicidas presentes en una aeronave.

**Mantenimiento.-** Trabajos requeridos para asegurar el mantenimiento de la aeronavegabilidad de las aeronaves, lo que incluye una o varias de las siguientes tareas: reacondicionamiento, reparación, inspección, reemplazo de piezas, modificación o rectificación de defectos.

**Pigmentos.-** Los pigmentos son sustancias químicas, insolubles, que pueden ser extendidas como capas superficiales o mezcladas con la masa de algún material.

**Pintura.-** la pintura es un fluido que se aplica sobre una superficie en capas delgadas. Cuando se seca, la pintura se convierte en una película sólida que recubre dicha superficie, protegiendo en material de agentes externos.

**Primer.-** Imprimante de superficies de metal que permite la adherencia de la pintura en la estructura de las aeronaves.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CENARRO. (2009). ACELERANTES. Obtenido de <http://www.bernardoecenarro.com/es/pintura-industrial/fabrica-de-pinturas/aditivos/acelerante-para-acrilicopoliuretano-13/265>
- CHANATASIG, V. (2016). COMO PINTAR UN AVION. (P. PROAÑO, Entrevistador)
- DINO POWER INDUSTRY. (2013). HERRAMIENTAS NEUMATICAS. Obtenido de [http://www.herramientas-neumaticas-aire.com/HVLP\\_pistolas\\_de\\_pintura.html](http://www.herramientas-neumaticas-aire.com/HVLP_pistolas_de_pintura.html)
- DIQUIMTEX. (2001). POLIURETANOS. Obtenido de [www.diquimtex.com.mx](http://www.diquimtex.com.mx)
- DIRECTINDUSTRY.EC. (2014). Obtenido de <http://www.DIRECTINDUSTRY.ec/ansell-occupationa>
- DOMINGUEZ, G. (2010). PINTURA INDUSTRIAL. Obtenido de <http://es.slideshare.net/germandominguezc/tcnicas-y-herramientas-en-pintura-industrial-14857370>
- FUNDACIÓN EROSKI. (2013). DISOLVENTES PARA TRATAR O ELIMINAR LA PINTURA. Obtenido de <http://www.consumer.es/web/es/bricolaje/carpinteria/2013/03/09/216122.php>
- GABALDON, J. (2011). FORMULACION DE PINTURAS Y APLICACIONES. Obtenido de [http://www.academia.edu/9075265/Formulaci%C3%B3n\\_de\\_Pinturas\\_y\\_Aplicaciones](http://www.academia.edu/9075265/Formulaci%C3%B3n_de_Pinturas_y_Aplicaciones)
- GARCIA. (2003). MANUAL DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. COSTA RICA: SAN JOSE.
- GARCIA, J. (2003). PINTURAS Y REVESTIMIENTOS. Obtenido de <http://www.gruposur.net/sat/manual.pdf>

HURTADO, A. (2015). REGLAS BASICAS PARA LA APLICACION DE PINTURA. Obtenido de <http://www.tuningmex.com/tips/reglas-basicas-para-la-aplicacion-de-pintura/>

NAVARRO, J. (2013). PARTES DE LA PISTOLA. Obtenido de [http://www.elchapista.com/partes\\_de\\_la\\_pistola.html](http://www.elchapista.com/partes_de_la_pistola.html)

NERVION S.A. (2003). POLYNER 75. Obtenido de [http://www.nervion.com.mx/web/literatura/productos\\_epoxicos.php](http://www.nervion.com.mx/web/literatura/productos_epoxicos.php)

NERVION S.A. (2003). POLYNER JET. Obtenido de [http://www.nervion.com.mx/web/literatura/productos\\_epoxicos.php](http://www.nervion.com.mx/web/literatura/productos_epoxicos.php)

PEREZ, E. (1978). MIRAGE, ESPEJISMO DE LA TECNICA Y POLITICA. MADRID : SAN MARTIN.

PRODUCTOS INDUSTRIALES. (8 de mayo de 2010). CLAFISICACION DE PIGMENTOSY GENERAL. Obtenido de <http://www.pwc.com/cl/es/industrias/productos-industriales.html>

ROJAS, R. (2012). TRATAMIENTO QUÍMICO Y PINTURA. Obtenido de <https://prezi.com/ryhn4usd7eou/tratamiento-quimico-y-pintura/>

SISMA. (2014). PROTECCION PERSONAL. Obtenido de <http://www.sismaconsultores.com/proteccion-per.html>

TAYLOR. (1084). ENCICLOPEDIA ILUSTRADA DE LA AVIACION. 830-831.

# ANEXOS